Rok II. maj — czerwiec 1938 Nr 5—6

PRZEGLĄD CHEMICZNY

organ

Związku Inżynierów Chemików R. P.

oraz

Polskiego Towarzystwa Chemicznego
i Związku Chemików Polskich

EDMUND MENDELOWSKI
Lublin

Chemia na usługach lotnictwa

Niedawne to czasy — kiedy skrzynia drewniana, zaopatrzona w namiastkę skrzydeł, sterów, silnik i śmigło usiłuje zwalczyć własny ciężar i oderwać się od ziemi.

Po wielu zmaganiach skrzynia zwycięża ciężar bezapelacyjnie. Opanowanie trzeciego wymiaru wywołuje przewrót, który pociąga za sobą mobilizację wszystkich środków cywilizacyjnych do przypieczętowania zwycięstwa.

W rzędzie zmobilizowanych nauk czystych i stosowanych staje na usługi chemia, wyzbrojona środkami wypróbowanych metod analizy i przemyślnymi improwizacjami syntezy.

Nie można się temu dziwić!

Dzisiejszy samolot to już nie skrzynia latająca, to skomplikowany i czuły organizm — mały świat zdarzeń technicznych, na budowę którego składa się ogrom wiedzy i doświadczenia, teorii i praktyki. Polski przemysł lotniczy, o którym wiemy z dumą, że jest przemysłem par excellence nowoczesnym, odczuwa potrzebę harmonijnej współpracy także z rodzimym przemysłem chemicznym.

Uzyskawszy tak znaczne rezultaty, jakimi zabłysnął na arenie międzynarodowej, oczekuje tego współdziałania w licznych i coraz to poszerzających się płaszczyznach styku.

Produkcja lotnicza w swym dążeniu do uzyskania jak najniższej wagi płatowca zmierza do stosowania coraz to lżejszych a wytrzymałych materiałów i metali i stwarza szereg problemów dla przemysłu chemicznego. Chemia metali, w szczególności metali lekkich, przejście od stali węglistych do stali manganowych i chromowomolibdenowych, produkcja lekkiego aluminium i jego stopów, stopów magnezu gatunkowo lżejszych od aluminium i jego pochodnych, Elektronów, Hydronaliów, Magnaliów itp., to etapy żmudnych i ciągłych już w swej systematyczności wysiłków. Syntetyczny przemysł chemiczny pomaga z innej strony szeregiem mas plastycznych: „durtexami“, termoplastycznymi szybami jak „plexiglas'y“, „rhodoid'y“, czy inne „bexoid'y“.

Produkcja klejów i lakierów wraz z całą plejadą materiałów pomocniczych jak sole do hartowania, materiały pomocnicze do spawania, lutowania, oczyszczania powierzchni lub uodporniania na wpływy zewnętrzne, korozyjne, to pomoce bez których trudno byłoby się dziś już obejść w przemyśle lotniczym.

Tak więc spawanie aluminium lub stopów magnezu to rozwiązania o znaczeniu dla lotnictwa zasadniczym. Proszki do spawania aluminium jak „alutole“ i „harakiri“, do spawania stopów magnezu jak „elektrol“ to nowe możliwości rozwiązań konstrukcyjnych.

Po stronie eksploatacyjnej samolotu figuruje potężna pozycja dorobku chemicznego w dziedzinie materiałów pędnych i olejów smarowych specjalnych.

Benzyna wysokooktanowa, zagadnienie środków przeciwstukowych paliwa, benzol, alkohol, czteroetylek ołowiu, czterokarbonylek żelaza jako środki antydetonacyjne, oto problemy tej grupy przemysłu chemicznego na usługach lotnictwa.

Płaszczyzny styczne obu przemysłów poszerzają się i pogłębiają w miarę pełniejszego opanowania trzeciego wymiaru i dla utrwalenia osiągniętych sukcesów: dla utrwalenia bezpieczeństwa i swobody lotu.

Gdy młody polski przemysł lotniczy — przy skromnych stosunkowo środkach — w krótkim okresie zdobył czołowe stanowisko w wyścigu międzynarodowym, należy oczekiwać, że przemysł chemiczny nie pozostanie w tyle w udzieleniu mu pomocy opartej na rodzimej wytwórczości.

Redakcja Przeglądu Chemicznego, podejmując z inicjatywy inż. Jana Langa w związku z Wystawą Lotniczą we Lwowie próbę zobrazowania w szeregu artykułów związku przemysłu chemicznego z lotnictwem przysłużyła się dobrze obu stronom, stwarzając platformę wzajemnych zainteresowań obydwu tak ważkich dla Państwa wytwórczości.

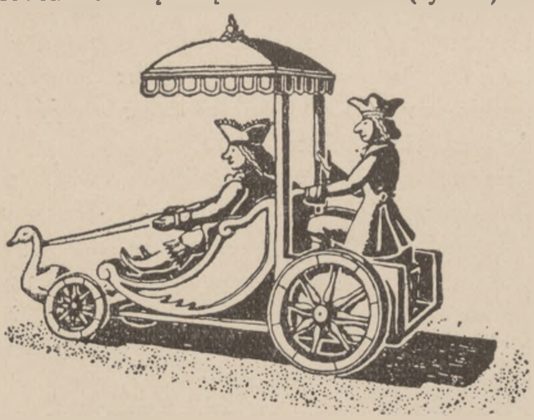
Inż. EUGENIUSZ RAMOTOWSKI

Zagadnienie syntezy materiałów pędnych w świetle rozwoju komunikacji motorowej

(Odczyt wygłoszony dnia 8 lutego 1938 r. w Związku Inżynierów Chemików w Warszawie).

Jeżeli zwrócimy uwagę na postęp techniki w dziedzinie lokomocji to zobaczymy, że jest on ściśle związany z zasobami energii, którymi w danym okresie czasu ludzkość mogła dysponować.

W dawnych czasach korzystano z następujących źródeł energii: siły zwierząt, energii kinetycznej powietrza i płynącej wody. Dlatego też już nawet przed 250 laty były pojazdy mechaniczne, ale poruszane siłą mięśni człowieka (rys. 1).



Rys. 1.

W II wieku przed Chrystusem usiłuje Heron użyć pary do wytworzenia ruchu. Nad tym zagadnieniem pracował przedtem Archimedes.

W XVII wieku Branca i Papin robią doświadczenia nad praktycznym wyzyskaniem ciśnienia pary, jednak dopiero Savery'emu ok. 1698 roku i Newcomenowi w 14 lat później udaje się zbudować maszynę do czerpania wody.

W drugiej połowie XVIII wieku James Watt stwarza podstawy, na jakich opierają się dzisiejsze maszyny parowe, konstruując maszynę parową z wahaczem, prototypem obecnych suwaków i regulatorem obrotów.

Amerykanin Fulton buduje w 1807 roku pierwszy praktyczny parowiec kołowy.

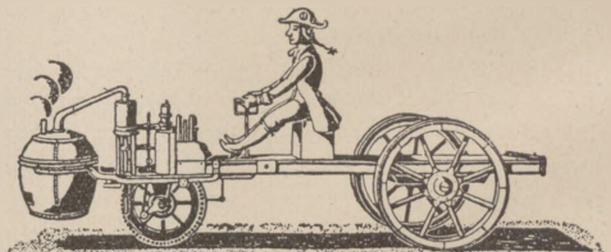
Niezwykle doniosłym zdarzeniem było zastosowanie przez Ressla śruby wodnej, która po doświadczeniach Smitha szybko się rozpowszechnia. Pierwszą maszynę parową z trzykrotnym rozprężeniem zastosowano na parowcach w 1882 roku, a turbinę w osiem lat później.

Jeżeli chodzi o trakcję kołową, to twórcą jej był Stephenson, który w roku 1814 uruchomił pierwszy parowóz.

Maszynę sprzężoną i parę przegrzaną zastosowano dopiero przy końcu XIX wieku.

Samochód parowy buduje w 1769 roku Francuz Cugnot (rys. 2), on też powoduje pierwszy wypadek z powodu braku hamulców, za który musi surowo odpokutować, siedząc dłuższy czas w Bastylii.

Na początku XIX wieku kursują już w Londynie parowe omnibusy, przed którymi wskutek zarządzenia władz musiał biec człowiek z czerwoną chorągiewką ostrzegawczą.



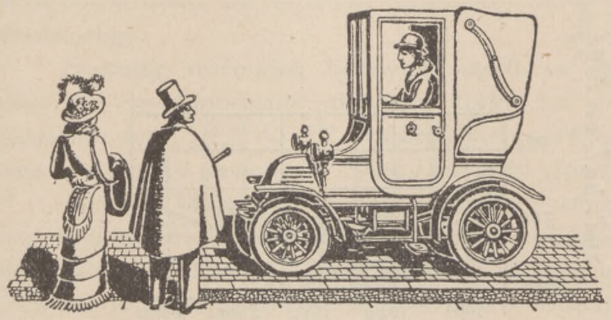
Rys. 2.

Rok 1878 jest rokiem powstania pierwszego czterotaktowego silnika spalinowego. W roku tym Otto konstruuje silnik spalinowy dostosowany do napędu gazem. Po roku pojawia się system dwutaktowy.

W roku 1885 Gottlieb Daimler i Karol Benz budują silnik samochodowy, pędzony mieszanką złożoną z rozpylonej w powietrzu benzyny.

Powstają pierwsze samochody i motocykle (rys. 3), które po wystawie samochodowej, jaka miała miejsce w Paryżu w 1889 roku i wyścigach urządzonych w 5 lat później między Paryżem

i Rouen szybko się rozpowszechniają, pomimo tego, że mają one kapryśne motory chodzące tylko na bardzo lekkiej benzynie, zakupywanej podówczas w aptekach.



Rys. 3.

Automobilizm rozwija się bardzo szybko, znacznie szybciej niż eksploatacja źródeł ropnych, zapoczątkowana dzięki pracom Ignacego Łukasiewicza, który w roku 1852 wspólnie z aptekarzem Zechem rozpoczął we Lwowie pierwsze próby nad destylacją oleju skalnego, zastosował głębsze wiercenia i wynalazł lampę naftową.

W Polsce więc powstał przemysł naftowy i z Polski rozeszli się doświadczeni wiertacze w celu nauczenia innych wydobywania z głębi ziemi cennej ropy.

Jeżeli chodzi o przemysł odgazolinowania to powstaje on również w Polsce, gdyż jeszcze w 1899 roku inż. Wolski zgłasza w austriackim urzędzie patentowym sposób wykraplania węglowodorów przy pomocy kompresji i oziębiania.

Największy rozkwit produkcji naftowej w Małopolsce przypada na rok 1909 — w późniejszych latach produkcja maleje.

W 1913 roku Polska produkuje 2% ówczesnej wytwórczości światowej ropy. Od tego czasu stosunek ten zmienia się na niekorzyść naszego zagłębia naftowego, produkcja spada, podczas gdy w Rumunii, Venezueli i Meksyku wzrasta.

Silnik spalinowy, samochodowy i lotniczy spowodował potężniejsze przekształcenie naszego życia, niż przed 100-u laty maszyna parowa. Po drogach kuli ziemskiej krąży obecnie ponad 40 milionów pojazdów mechanicznych. W 1913 roku ilość pojazdów mechanicznych nie przekraczała 2 milionów. Pojazdy te konsumowały wówczas 1,5 miliona ton benzyny rocznie. Światowy przemysł naftowy mógł więc bez trudu, otrzymując benzynę w drodze destylacji ropy naftowej, pokryć tak niewielkie zapotrzebowanie.

Z biegiem lat sytuacja się zmienia. Tabela 1 podaje nam rozwój pojazdów mechanicznych i wytwórczości paliwa.

Tabela 1.

Rok	Świat. park samochod. w tys. poj. mech.	Świat. prod. ropy surow. w tys. ton	Produk. ropy w tys. ton na 1 samochód
1913	2 000	53 418	26,60
1919	8 750	76 284	8,75
1930	35 782	195 909	5,50
1936	40 287	247 015	6,13

Produkcja i spożycie ropy naftowej przez poszczególne państwa w 1936 roku przedstawione są na tabeli 2.

Tabela 2.
Produkcja i spożycie ropy naftowej przez poszczególne państwa w 1936 r. w milionach ton.

Państwo	Produkcja	Spożycie	+ nadwyżka — brak
U. S. A. . .	149	139	+10
Rosja . . .	26	18,5	+ 7,5
Niemcy . . .	0,4	5,1	— 4,7
Francja . . .	0,1	5,8	— 5,7
W. Brytania .	—	10,8	—10,8
Włochy . .	—	2,7	— 2,7

Jeżeli chodzi o ilość samochodów w poszczególnych państwach to przedstawia się ona, jak to widzimy z tabeli 3 następująco:

Tabela 3.

Państwo	Ilość samochodów
U. S. A.	29 mil. samochodów
Niemcy	1,2 mil. (2,3 milion. pojazdów mech.)
Rosja	0,35 milionów
Czechosłowacja .	0,125 „
Polska	0,033 091 „ (ogólna ilość pojazdów mechanicznych 44 200)

Po roku 1913 ilość pojazdów mechanicznych tak szybko wzrosła, że przemysł naftowy nie był w stanie dostarczyć odpowiedniej ilości benzyny, podczas gdy frakcji wyżej wrzących było pod dostatkiem. Benzyna otrzymywana z destylacji ropy, wymrażania gazu ziemnego „mokrego“, tj. zawierającego pary ciekłych węglowodorów oraz otrzymywana przez krakowanie i uwodornianie olejów ciężkich jest bardzo cennym paliwem. Przerób ropy naftowej miał dawniej na celu otrzymanie nafty, dzisiaj benzyny.

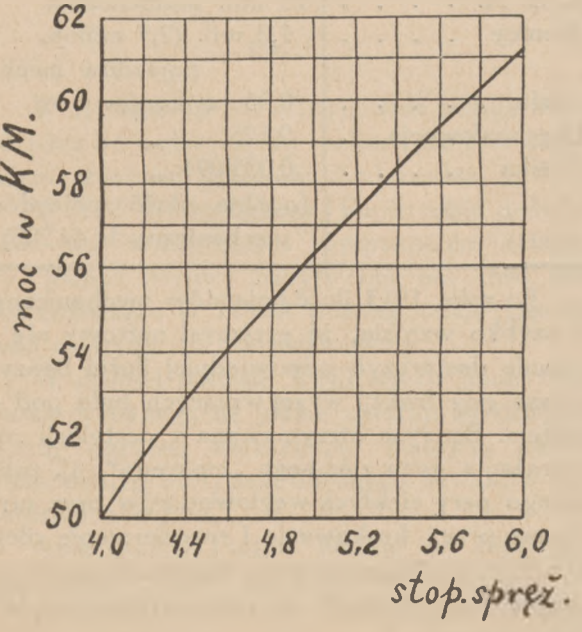
Opracowanie w latach 1913—23 metod krakowania ciężkich olejów ropnych pozwala wkrótce na zwiększenie ilości benzyny o 50%. Benzyna otrzymana przez krakowanie lepiej się nadaje do silników spalinowych, gdyż zawiera związki nienasycone, usuwające stukanie silnika.

Wynalezienie przez Diesla w 1897 roku silnika pracującego na oleju gazowym i rozpowszechnienie tegoż przez firmy M. A. N. i Krupp powoduje duży zbyt na cięższe frakcje ropy naftowej.

Efekt użyteczny silnika benzynowego wynosi 25%, zaś Diesla 35%, oprócz tego ten ostatni spala paliwo tańsze i trudnozapalne. Zrozumiałe więc jest zainteresowanie automobilizmu i lotnictwa tym silnikiem, który z wolnobieżnego i ciężkiego z biegiem lat przekształcono w bardziej lekki i szybkobieżny.

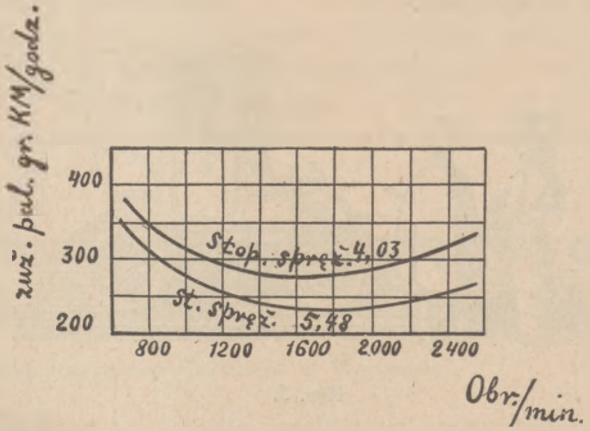
Do roku 1925-go samochody są drogie i ciężkie. Silniki mają małą moc, sprężają mieszankę w stosunku 1 : 4, mają małą ilość obrotów (do 2 500). W miarę rozpowszechniania się samochodu postęp idzie w kierunku zmniejszenia jego kosztów eksploatacyjnych. Buduje się więc samochody o lekkim i sprawnym termicznie silniku. Zwiększenie liczby obrotów nie może iść zbyt daleko. Przeszkodą jest ograniczona wytrzymałość i ścieralność materiałów. Dochodzi się do liczby 4—5 tys. obr./min. dla normalnie używanych samochodów i do 6—7 tys. obr./min. dla maszyn wyścigowych. Równocześnie podnosi się sprężanie zassanej mieszanki benzynowo-powietrznej. Współczesne samochody sprężają mieszankę w stosunku 1 : 5 do 1 : 6,8; np. Nowy Ford ma liczbę sprężania 1 : 6,64.

Na rys. 4 uwidoczniona jest zależność wzrostu siły motoru od stopnia sprężania dla 50-konnego silnika.



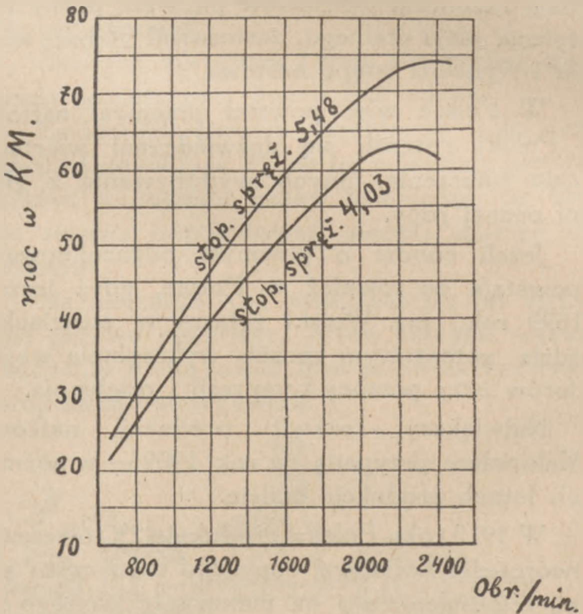
Rys. 4.

Rys. 5 przedstawia zużycie paliwa w gramach na konio/godz. w zależności od ilości obrotów (silnik samochodowy starego typu).



Rys. 5.

Na rys. 6 mamy przedstawiony wzrost siły motoru w zależności od obrotów i stopnia sprężania.



Rys. 6.

Bardzo dużo zawdzięcza automobilizm wyścigom samochodowym. Olbrzymi postęp techniczny konstrukcji silników samochodowych i lotniczych podniósł wymagania stawiane paliwu. Doszło do tego, że dzięki dużym obrotom i stosowaniu mieszanek benzyny z benzolem lub spirytusem można było podnieść sprężanie aż do stosunku 1 : 10 i uzyskać z silnika o pojemności skokowej 1 litr 60 KM, np. silnik Cross o obrotowym rozdzielaczu mieszanki pozwala na sprężanie w stosunku 1 : 11.

Widzimy więc, że moc, jaką można uzyskać z silnika zależy w dużej mierze od stopnia sprężania. Jednak każde paliwo posiada granicę sprę-

żania, po przekroczeniu której daje samozapłon i detonację, powodując znany objaw „stukania".

Stukanie zmniejsza sprawność silnika i wpływa niszcząco na łożysko i części zamieniające ruch postępowy tłoka na moment obrotowy koła zamachowego.

Stosując normalną benzynę handlową zauważa się występowanie zjawiska stuku już przy sprężaniu od 1 : 4,2 do 5,2, zależnie od rozmieszczenia w silniku zaworów, świec i kształtu głowicy.

Według Mondain-Mouvala zjawisko detonacji powstaje wskutek tworzenia się z węglowodorów nietrwałych nadtlenków, które rozkładają się z wybuchem, wywołując znane zjawisko stuku. Dodatek czteroetylku ołowiu przeciwdziała detonacji, gdyż z nadtlenków i ołowiu tworzą się połączenia organiczne zmniejszające zjawisko stuku. Jednak powstający PbO działa korozyjnie na ścianki cylindra. Dlatego też czteroetylek ołowiu należy stosować łącznie z bromkiem etylenu i chlorkiem naftalenu, najlepiej wziętych w stosunku:

$54\% \ Pb(C_2H_5)_4 : 36,4\% \ C_2H_2Br_2 : 9,6\% \ C_{10}H_7Cl$.

Powstające haloidki ołowiu są usuwane razem ze spalinami i nie powodują niszczenia ścianek cylindra. Powyższa mieszanka rozpuszcza się doskonale w benzynie. Dodaje się ją do benzyn samochodowych w ilościach 0,02—0,04%. Do silników lotniczych od 0,2 do 0,3%. W tym ostatnim wypadku można podnieść kompresję w stosunku 1 : 10, jednak silnik powinien już posiadać polerowaną głowicę i zawory wypełnione solą w celu lepszego usunięcia ciepła. Do benzyn lotniczych należy równolegle dodawać niewielkich ilości barwników — niebieskiego lub czerwonego, które przeciwdziałają chemicznemu rozkładowi czteroetylku ołowiu.

Miernikiem detonacji jest liczba oktanowa. Heptan (C_7H_{16}) zmieszany z powietrzem detonuje przy sprężeniu = 3,75, izooktan zaś (C_8H_{18}) detonuje niezmiernie trudno, nawet przy bardzo wysokim sprężeniu. Dlatego też ustalono, że wytrzymałość izooktanu równa się 100. W celu uzyskania racjonalnego miernika na detonację ułożono tablice mieszanek izooktanu z heptanem detonujących przy ściśle określonym stopniu sprężania, np. mieszanka 72% izooktanu + 28% heptanu detonuje przy sprężaniu 1 : 5. Więc paliwo detonujące przy sprężeniu 1 : 5 ma liczbę oktanową 72. W tym celu stosuje się silnik o zmiennej kompresji, przyjęty jako silnik międzynarodowy C. F. R. — zalecony przez Comittee of Fuel.

Intensywnie stosowana metoda krakingu dostarcza znacznej ilości benzyn. Benzyna powyższa jest dobrym paliwem dla silników samochodowych i lotniczych. Jednak jeśli chodzi o przechowanie, jest ona nietrwała, gdyż z biegiem czasu zachodzą w niej procesy utleniania się węglowodorów i polimeryzacji olefin, w wyniku których tworzą się smoły. Przy spaleniu w silniku powstaje wtedy dużo osadu węglowego i silnik ulega łatwo przegrzaniu. Benzynę taką należy stabilizować inhibitorami, tj. związkami przedłużającymi czas samoutlenienia się benzyn krakingowych. Dobrym inhibitorem jest alfa-naftol, który należy dodawać od 40 do 130 gr na tonę benzyny krakingowej.

Benzyny otrzymane przez destylację z ropy naftowej mają liczbę oktanową od 46 do 60. Benzyna handlowa jest mieszaniną benzyny destylacyjnej i krakingowej i posiada liczbę oktanową 69—72.

Benzyna stosowana w lotnictwie zawiera 60% węglowodorów parafinowych (C_nH_{2n+2}), 30% węglowodorów naftenowych (C_nH_{2n}) i 10% aromatycznych (C_nH_{2n-6}).

Stosowane obecnie mieszanki benzyny z benzolem, spirytusem etylowym lub metylowym charakteryzują się dobrymi własnościami przeciwstukowymi. Dodanie do benzyny o liczbie oktanowej 66 10% alkoholu metylowego lub 26% etylowego podnosi jej liczbę oktanową z 66 na 80.

Pomimo tego, że wartość opałowa alkoholu metylowego wynosi ok. 5 300 Kal./kg, zaś spirytusu bezwodnego 7 100 Kal./kg, w wyniku otrzymuje się zwiększenie mocy silnika, gdyż wskutek wysokiego ciepła parowania silnik jest zimniejszy i może zassać większą ilość mieszanki.

W Niemczech i Italii wytwarza się obecnie 80 tys. ton syntetycznego alkoholu metylowego rocznie, wychodząc z gazu generatorowego (CO, H_2). Stosuje się temp. 400—500° i ciśnienie 300 do 400 atm., prowadząc reakcję w obecności katalizatora — tlenku cynku z Cr_2O_3.

Patart i Audibert pracują z katalizatorem miedziowym w temperaturze 275—325° i ciśnieniu 150—200 atm.

Próbuje się również otrzymać alkohol metylowy z metanu. Bone i Newitt przeprowadzają reakcję utleniania metanu tlenem w temp. 430° i ciśnieniu 100 atm.

$$CH_4 \xrightarrow[430^0]{O_2} CH_3OH$$

Wydajność tej reakcji wynosi 55%.

Można również metan w temp. 1 200° poddać działaniu cichych wyładowań elektrycznych i po oddzieleniu powstającego acetylenu, H_2 i CO przeprowadzić w alkohol metylowy. Podane metody wyzyskania metanu są jednak ciągle jeszcze w stadium prób.

Po stwierdzeniu faktu spadku ciśnienia naszych gazów ziemnych, jaki niedawno zauważono nie można u nas myśleć o przerobie metanu na

ciekłe paliwo ze względu na konieczność należytego wykorzystania już eksploatowanych lub będących w budowie gazociągów.

Budowa szybkoobrotowych, lekkich silników typu Diesla do samochodów i samolotów zwiększyła wymagania stawiane olejom gazowym. Wymagania są odwrotne do stawianych współczesnej benzynie. Im niższa jest temperatura samozapalenia i niższe ciśnienie tym łatwiej przy wciśnięciu pompką olej gazowy ulegnie spaleniu. Boerlage i Broeze zaproponowali określać tę własność analogicznie do liczby oktanowej dla benzyn — liczbą cetenową.

Łatwozapalny ceten (1,2 — Hexadecen $C_{16}H_{32}$) oznaczono liczbą 100. Przez mieszanie z trudnozapalnym 1-metylonaftalenem ułożono tablice zawierające zależność liczby cetenowej od stopnia sprężania, przy którym silnik stuka. W celu znalezienia dla badanego oleju liczby cetenowej należy przeprowadzić próbę na specjalnie dostosowanym do tego celu silniku C. F. R. Im ta liczba jest wyższa tym łatwiej się olej zapala pod wpływem kompresji (stuka) i tym jest lepszy. Pod tym względem lepsze są oleje otrzymane z destylacji niż z krakingu. Handlowy olej gazowy pochodzenia naftowego posiada liczbę cetenową 45—60. Natomiast dla olejów gazowych, otrzymanych metodą Fischer-Tropsch'a liczba cetenowa dosięga 120. Liczbę cetenową poprawia się przez dodatek prodetonatorów, jak peroxydy tetrahydronaftalenu i aldehydy.

Również zwiększyły się wymagania stawiane olejom służącym do smarowania silników spalinowych, w których wysoka temperatura i wielokrotny obieg są przyczyną utleniania olejów i powstawania osadów. Produkty utleniania niszczą łożyska. Stąd powstała potrzeba dodawania do olejów inhibitorów, które umożliwiają rzadszą zmianę oleju.

Dla olejów inhibitorami są takie związki, jak p — nitrochlorobenzen, p — nitrofenol i inne aromatyczne nitropochodne. Można również stosować związki metaloorganiczne z Pb, Co, Se.

Dodatki pewnych izoparafin (np. Exanol produkowana przez Standard Oil Co), otrzymywanych przez polimeryzację gazów nienasyconych, powiększają nieraz wydatnie wiskozę olejów smarowych przeznaczonych do pracy w bardzo odpowiedzialnych warunkach, np. w silnikach lotniczych.

Po krótkim omówieniu wymagań, jakie przemysł motoryzacyjny stawia współczesnym materiałom pędnym chciałbym zwrócić uwagę na obecny stan naszego przemysłu naftowego oraz zasoby energii, z których możnaby w przyszłości wytwarzać środki napędowe.

Tabela 4 przedstawia produkcję ropy naftowej w Polsce, która w ciągu 20-tu lat spadła przeszło o 50%.

Tabela 4.
Produkcja ropy naftowej w Polsce.

Rok	Wydobycie w tysiącach ton	Ilość szybów w eksploatacji
1914	1 114	—
1929	636	2 548
1934	510	3 121

Jeżeli chodzi o zużycie benzyny w Polsce, to przedstawia nam je tabela 5.

Tabela 5.
Zużycie benzyny w Polsce
(łącznie z gazoliną).

Rok	Ton	Wyprodukowano ogółem ropy ton	Spożycie wewnętrzne ogółem benzyny w % %
1932	72 328	540 886	47,7
1934	60 074	510 000	45,6
1936	63 994	489 739	53
1937	—	—	65

Głębokość szybów naftowych stale u nas wzrasta. Zasoby Borysławia wyczerpują się, a same Karpaty już nie dają nadziei na odkrycie nowych, bogatych terenów roponośnych. Na Podgórzu (Karpaty-Płyta Podolska, góry Świętokrzyskie, Kraków) znane są tylko nieznaczne wystąpienia ropy naftowej. O poszukiwaniach ropy naftowej w Wielkopolsce, na Kujawach i Pomorzu można mówić tylko teoretycznie.

Zwróćmy uwagę na zasoby i stopień wykorzystania źródeł energii w Polsce, jakie mamy przedstawione na tabeli 6.

Tabela 6.
Zapasy i wykorzystanie źródeł energii w Polsce.

Źródło	Zasoby ton	Zużycie roczne ton	Starczy na lat
Węgiel kamien.	$51\,200.10^6$	$28\,545.10^3$	1 : 1 950
„ brunat.	$5\,000.10^6$	18.10^3	1 : 28 000
Torf	$6\,000.10^6$	$2\,000.10^3$	1 : 3 000
Ropa naftowa	10.10^6	468.10^3	1 : 20
Gaz ziemny	$30\,000.10^6$	483.10^6	1 : 60

Tabela 6 oparta została na naszych danych statystycznych i określa czas wyczerpania się naszych zapasów ropy naftowej na 20 lat, tymczasem statystyka niemiecka, uwidoczniona na tabeli 7, stwierdza, że ropa naftowa wyczerpie się u nas po 12 latach.

Tabela 7.
Zasoby ropy naftowej i jej zużycie wg danych niemieckich.

Kraj	Zasoby w milionach ton	Produkcja w 1932 r.	Wyczerpią się po latach
U. S. A. . .	1 725	112,0	15
Rosja . . .	429	22,0	20
Persja . . .	314	6,0	52
Rumunia . .	71	7,0	10
Polska . . .	7	0,6	12
Niemcy . . .	1,4	0,2	7

Widzimy więc, że w produkty naftowe jesteśmy ubogo zaopatrzeni i w najbliższych latach będziemy świadkami ich wyczerpania.

Obecnie u nas przemysł naftowy upada, a przyczyną tego są niesprzyjające warunki geologiczne. Żeby dostać się do pokładów roponośnych trzeba przeważnie wiercić do lub ponad 2 000 m. Nie natrafia się prawie wcale na płytkie źródła roponośne, jak to dzieje się w Rumunii lub U. S. A.

Spółka akcyjna „Pionier", mająca za zadanie prowadzenie poszukiwań nowych źródeł ropy naftowej, od roku 1922-go — w ciągu kilkunastu lat nie natrafiła na bogatsze złoża.

Wyczerpywanie się ropy naftowej jest tym bardziej groźne, że przyrost samochodów w Polsce przewidywany jest według danych przedstawionych na tabeli 8.

Tabela 8.
Przewidywany przyrost samochodów w Polsce.

Rok	Przybędzie nowych	Wycofano starych	Ogółem
1938	15 000	5 000	54 000
1939	25 000	8 000	71 000
1940	40 000	12 000	99 000

Tak znaczny przyrost samochodów nastąpi dzięki ich potanieniu, gdyż już niedługo można będzie nabywać tanie czteroosobowe samochody, poczynając od 2 500 złotych. Hitler w grudniu 1937 roku w teatrze Ludowym powiedział, że w Niemczech samochód będzie w cenie motocykla (900 RM) i stanie się źródłem wielkiego eksportu.

Zwrócić również trzeba uwagę, że dla stale rosnącej naszej marynarki wojennej i handlowej zabraknie wkrótce olejów pędnych.

Pod wpływem powszechnego ożywienia koniunkturalnego buduje się dużo nowych okrętów, przy czym rolę coraz większą zyskuje napęd motorami Diesla. Statków motorowych budowano na świecie w 1936 roku 51,1%, parowców 42,3% i żaglowców 6,6%. Zaznacza się więc i na morzu przewaga statków motorowych, tym bardziej, że i część parowców przechodzi na mniej kłopotliwe opalanie ropą.

Brak paliwa płynnego skłania konstruktorów silników spalinowych do poszukiwania nowych materiałów pędnych.

Ponieważ mamy fabryki syntetycznego amoniaku, więc może nas zainteresować kwestia zastosowania amoniaku jako paliwa. Badania nad tym prowadzi się we Francji. Całkowite wyzyskanie sił wodnych Rodanu dałoby ilość amoniaku odpowiadającą 400-tu tysiącom ton benzyny. Należałoby jednak budować wtedy silniki ze stopów stalowych, odpornych na kwas azotowy w wysokich temperaturach, zawierających Cr, Mo, Co.

Brak ropy naftowej spowodował, że firma I. G. Farbenindustrie podjęła budowę silników pracujących na sproszkowanym węglu. Współpracownik Diesla, inż. Pawlikowski opracował w tej firmie silnik „Rupa" o sprawności cieplnej wynoszącej 30% i maksymalnej ilości 550 obr./min., pracujący analogicznie do czterotaktowego silnika Diesla.

Przeglądając nasze zapasy paliwa widzimy, że mamy spore zasoby węgla brunatnego, sięgające w samym tylko obszarze Pomorsko-Poznańskim 5 miliardów ton. Jakościowo nasz węgiel jest lepszy od niemieckiego węgla brunatnego, obecnie silnie eksploatowanego. Wydobywa się u nas obecnie rocznie zaledwie 18 tysięcy ton Blanowickiego węgla brunatnego (kopalnia „Zygmunt" w Porębie koło Zawiercia), podczas kiedy w 1920 roku z terenów Blanowickich wydobyto 238 tys. ton. Zasoby węgla Blanowickiego wynoszą 60 milionów ton. Nasz węgiel brunatny jest niekorzystnie położony, gdyż za małym wyjątkiem znajduje się w pobliżu granic (Poznańskie, Pomorze, wschodnie Podkarpacie i Podole).

Eksploatacja naszego węgla brunatnego jest uciążliwa ze względu na konieczność odbudowy podziemnej, przy kosztownym usuwaniu poziomów wodonośnych oraz małej grubości pokładów. Jedynie obszar Rogów-Koluszki leży w centrum Polski, lecz zawiera tylko 40 milionów ton węgla brunatnego, znajdujących się również w ciężkich warunkach eksploatacyjnych. Niewielkie złoża węgla brunatnego znajdują się w górach Świętokrzyskich.

Szczupłość naszych zasobów ropy naftowej, których ilość stale spada, zmusza nas do poszukiwania nowych dróg w celu uzyskania ciekłego paliwa.

Jedną z takich dróg może być fabrykacja syntetycznej benzyny, oparta na destylacji węgla brunatnego i torfu. W ostatnich czasach ogłoszona została nowa metoda syntezy węglowodorów wg

patentu Michot-Dupont, polegająca na destylowaniu w temp. 400—500° i przy ciśnieniu zbliżonym do atmosferycznego, węgla brunatnego z dodatkiem octanu wapnia i sody oraz jako katalizatora — wiórków z żelaza lanego. Otrzymuje się znaczną wydajność smoły. Benzyna otrzymana tą metodą jest wysokooktanowa.

Zasadniczą metodą prowadzącą do otrzymania z węgla kamiennego i brunatnego produktów analogicznych do otrzymywanych z ropy naftowej — jest metoda uwodorniania paliwa, przybierająca w ostatnich czasach coraz bardziej na znaczeniu.

Pod uwodornianiem rozumiemy obecnie proces zamiany pod wpływem wodoru wysokocząsteczkowych, zawierających węgiel substancji — w niskocząsteczkowe, bogate w wodór paliwo.

Zwróćmy uwagę, czym różnią się materiały, z których chcemy otrzymać ciekłe paliwo. Tabela 9 podaje nam skład materiałów wyjściowych.

Tabela 9.

Materiał	C%	H_2%	O_2-N_2-S %
Węgiel kamienny . . .	82	5,5	12,5
Smoła z węgla kamien.	87	6,6	6,4
Węgiel brunatny . . .	70,5	6	23,5
Pak z ropy naftowej . .	88	8	4
Asfalt twardy	91	4	5
Olej skalny	85	11	4

Tabela 10 zawiera dane dotyczące składu najczęściej używanych materiałów pędnych.

Tabela 10.

Produkt	C%	H_2%
Benzyna	85,7	14,3
Olej gazowy	86,4	13,6
„ smarowy	86,8	13,2
Parafina	85,3	14,7

Z powyższych tabel widzimy, że produkty ciekłe mają więcej wodoru i wcale nie zawierają siarki, tlenu, azotu i popiołu.

Jeszcze przed kilkudziesięciu laty uwodornianiem nazywano proces przyłączania wodoru do nienasyconych, organicznych związków. Dzisiaj wiemy, że uwodornianie ma głębsze znaczenie, gdyż ma na celu wytwarzanie z węgla kamiennego, brunatnego, smoły i ciężkich olejów pochodzenia naftowego lżejszych węglowodorów typu naftowego za pomocą traktowania ich wodorem w temp. 450—500° C i pod ciśnieniem 200—300 atm. Reakcja musi być przyśpieszona przy pomocy odpowiednio dobranych katalizatorów. Katalizatory mają jeszcze i inne znaczenie. Podczas uwodorniania przebiegają uboczne reakcje. Katalizator ma również na celu nadanie żądanego kierunku, przez zmniejszenie wpływu ubocznych reakcji.

Proces uwodorniania należałoby właściwie nazwać „destrukcyjną hydrogenacją“, gdyż powoduje on rozczepienie węglowodorów o wyższym ciężarze cząstkowym i prowadzi do powstania węglowodorów o mniejszej cząsteczce.

Kraking tym różni się od hydrogenacji, że pod wpływem temperatury i ciśnienia z cięższych węglowodorów ropy naftowej powstają obok lżejszych węglowodorów (benzyn) również na skutek polimeryzacji i węglowodory cięższe od wyjściowych.

Hydrogenacja umożliwia przetworzenie takich materiałów jak węgiel kamienny, brunatny, smoła, ciężkie oleje naftowe — na węglowodory lekkie, wrzące poniżej 220° C. Produkty uwodornienia są wolne od zawartych w wymienionych materiałach takich pierwiastków jak siarka, tlen i azot, gdyż z wodorem tworzą się nowe połączenia w rodzaju siarkowodoru, wody i amoniaku.

Ostatnio ogłoszone badania R. Fassteiga wykazują, że hydrogenacja, kraking i polimeryzacja gazów są pochodnymi tej samej reakcji podstawowej cząsteczki metylenowej (CH_2).

Po raz pierwszy wodór do reakcji uwodornienia zastosował Ipatiew w 1906 roku.

Za wynalazcę procesu hydrogenacji należy uważać Rosjanina Teodorina, który w 1911 roku poddawał uwodornianiu pod ciśnieniem kilkuset atmosfer i w temp. 400° produkty ropy naftowej.

Praca ta była opublikowana w 1912 roku, na rok przed pojawieniem się pierwszych patentów Bergiusa, które ukazują się w 1913 roku, jako sposób na otrzymanie z węgli paliwa ciekłego. Wkrótce Bergius otrzymuje patenty na obróbkę wodorem pod wysokim ciśnieniem smół i mazutu z ropy naftowej. W patentach Bergius nie zaznacza potrzeby stosowania katalizatorów, tylko zwraca uwagę na potrzebę dodawania tlenków żelaza w celu związania siarki.

W latach 1912—1917 przeprowadza Bergius pierwsze próby nad uwodornianiem węgla, zakończone w 1917 roku uruchomieniem w Manheimie pierwszej instalacji na skalę półtechniczną. Na próby wydatkowano olbrzymią jak na owe czasy sumę 12 milionów RM.

Metody Bergiusa przejmuje I. G. Farbenindustrie i po próbnych pracach w latach 1924—1927 uruchamia w 1927 roku pierwszą dużą fabrykę doświadczalną w Leuna, mającą na celu uwodornianie znajdującego się w pobliżu w dużych ilościach węgla brunatnego, smoły z niego wytwarzanej oraz produktów naftowych. Jednocześnie pracowano nad uwodornianiem węgla kamiennego i w la-

tach 1934—1935 w Ludwigshafen-Oppau metoda ta została opracowana.

Zwróćmy uwagę na sposób hydrogenacji, stosowany obecnie na dużą skalę w Niemczech i w Anglii. Węgiel uwodorniany jest w dwóch fazach.

W pierwszej, tzw. fazie ciekłej, odbywa się odbudowa węgla. Stosuje się rozczepienie wysokocząsteczkowych węglowodorów pod wpływem rozkładowej działalności wodoru. Jednocześnie dąży się do związania przez wodór takich części węgla jak S, O_2, N_2, które w benzynie nie powinny się znaleźć.

W drugiej fazie, tzw. fazie parowej utworzone poprzednio węglowodory (olej średni) przemienia się w benzynę.

W obu fazach stosuje się odpowiednie katalizatory. Bez katalizatorów odbudowa węgla nawet przy bardzo sprzyjających warunkach mogłaby być doprowadzona najwyżej do $60^0/_0$ — przy stosowaniu katalizatorów — do $95^0/_0$.

Zauważono np., że alkaliczny popiół z węgla brunatnego działa jako katalizator ujemny, więc zaszła potrzeba neutralizowania węgla przez zakwaszenie.

Bergius w swoich zasadniczych patentach główne znaczenie przypisywał wpływowi ciśnienia i temperatury. Już Sabatier wykazał, że w reakcjach uwodornienia związków organicznych najsilniejszymi katalizatorami są metale w stanie rozdrobnionym. Są one jednak nadzwyczaj czułe na zatrucia i szybko tracą swoją aktywność w obecności związków siarki.

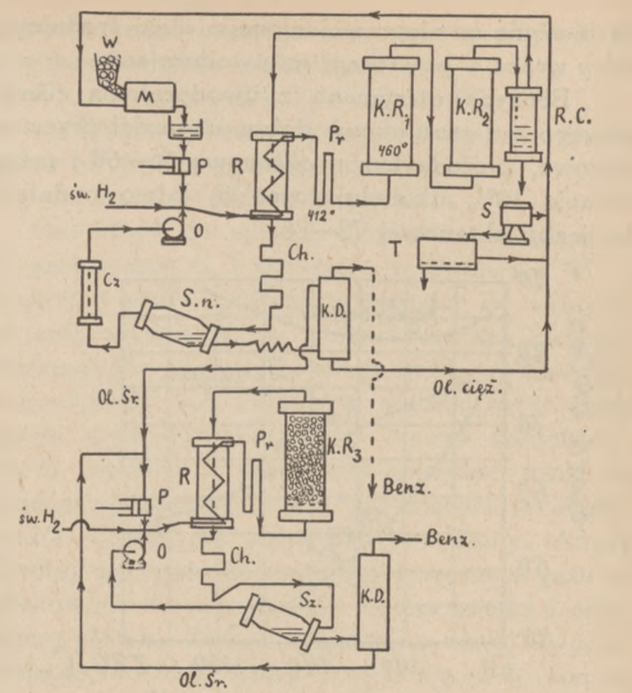
Przy szukaniu katalizatorów znaleziono wyższą aktywność u związków zawierających tlenki metali 6-tej grupy (Cr, Mo, W. U). Anglia i Niemcy stosują obecnie w charakterze kontaktów dla fazy ciekłej związki tlenowe cyny, uranu, kobaltu, molibdenu, wolframu, chromu, manganu i żelaza w mieszaninie z solami organicznymi tychże metali.

W fazie parowej natomiast w charakterze kontaktów należy stosować siarczki takich metali jak żelazo, wolfram i molibden.

Wpływy własności katalizatorów na bieg procesu są bardzo duże. Badano je przeszło 20 lat. Bardzo szkodliwy jest wzrost temperatury reakcji uwodorniania, wynikiem zawsze jest szybsze niszczenie aparatury, większa wydajność niepożądanych produktów ubocznych, a nawet czasami może dojść i do katastrofy.

Na rys. 7. przedstawiony jest przebieg uwodorniania węgla kamiennego opracowany przez I. G. Farbenindustrie.

Węgiel kamienny o zawartości $2—5^0/_0$ popiołu po rozdrobnieniu na łamaczu walcowym do grubości orzecha miele się na gorąco w obrotowym



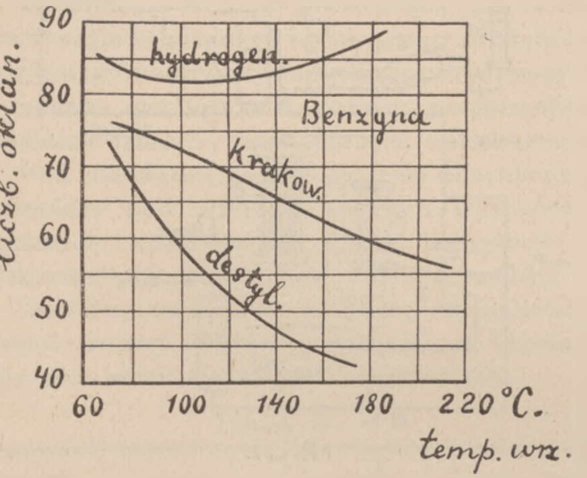
Rys. 7.

młynie *M* przy dodaniu ciężkiego oleju, wziętego w stosunku 1 : 1 i katalizatora w ilości $1—2^0/_0$. Utworzoną papkę węglową łącznie z dołączającym się wodorem pompuje się pompą wysokociśnieniową *P* przy ciśnieniu 300 kg/cm² do regeneratora *R* w celu podgrzania i następnie do przegrzewacza *Pr* w kształcie spiralnie zwiniętych rur, opalanego gazem, w którym podgrzewa się do 412⁰. Z podgrzewacza materiał przechodzi do komór reakcyjnych $K.R_1$ i $K.R_2$ fazy ciekłej, w których temperatura podnosi się do 460⁰ i gdzie materiał przebywa ok. 2 godzin. Komorami reakcyjnymi są wysokie na 12 metrów wieże ciśnieniowe.

Pod wpływem katalizatorów i sprężonego wodoru węgiel zamienia się na tzw. olej ciężki, średni i benzynę oraz niewielką ilość gazowych węglowodorów. Produkty te kierowane są do rozdzielacza wysokiego ciśnienia *R. C.*, w którym pary i niżej wrzące oleje odbierane są górą i po przejściu przez wymiennik ciepła i chłodnicę przechodzą do separatora niskiego ciśnienia *S n.*, w którym zostają rozdzielone na wodór wracający do obiegu i produkty ciekłe (stanowiące $70^0/_0$) idące na kolumnę destylacyjną *K. D.*, gdzie wyodrębnia się 3 frakcje — do 170⁰ benzynę, do 325⁰ olej średni i powyżej olej ciężki, służący do zacierania węgla na pastę. Faza ciekła kończy się wytworzeniem oleju średniego *Ol. śr.*, który przerabiany jest dalej w fazie parowej. Przerób ten polega na dodaniu do niego świeżego wodoru, podgrzaniu w regeneratorze *R* do temp. 400⁰ i przeprowadzeniu w ciągu 5 minut przez komorę reakcyjną $K.R_3$ (425⁰) ze znajdującym się wewnątrz w postaci kawałków katalizatorem. Z otrzymanych produktów oddziela

się benzynę od nieprzemienionego oleju średniego, który wraca z powrotem na uwodornianie.

Benzyna otrzymana z uwodorniania ciśnieniowego ma stosunkowo dobre własności przeciwstukowe, posiada liczbę oktanową 66—68 i przez dodanie 10% alkoholu można ją łatwo podnieść do liczby oktanowej 73—76.



Rys. 8

Przez odpowiednią destylację tej benzyny można otrzymać benzynę lotniczą (rys. 8). Tak jak każda benzyna z uwodorniania jest ona czuła na dodatek czteroetylku ołowiu. Przez powtórne jej uwodornienie można z niej otrzymać benzynę o większej liczbie oktanowej, lecz zachodzą wówczas straty, gdyż powstaje sporo gazowych węglowodorów.

Z fazy ciekłej poza benzyną i olejem średnim otrzymuje się w stanie czystym fenole i krezole. Z otrzymanych średnich olejów przez powtórne uwodornienie w fazie gazowej można uzyskać oleje pędne i dobrą naftę. Przy uwodornianiu węgla brunatnego, przez powtórne uwodornienie otrzymanych ciężkich olejów w obecności odpowiednich stałych katalizatorów otrzymuje się oleje smarowe, zawierające 20% olejów maszynowych. Podobne uwodornianie na wielką skalę prowadzone jest przez firmę Standard Oil Co. w New Jersey w Ameryce, gdzie z bogatych w wodór frakcji ropy naftowej otrzymuje się oleje smarowe o dużej wiskozie. Otrzymane z węgla brunatnego oleje są dobrymi olejami maszynowymi o średniej wiskozie. Przez dodanie odpowiedniej substancji, np. oleju cylindrowego otrzymuje się z nich dobre oleje samochodowe.

Zależnie od zawartości bitumów w węglu kamiennym lub brunatnym otrzymuje się także pewną ilość parafiny, którą można przerobić na kwasy tłuszczowe, bądź wysokowartościowe oleje cylindrowe.

W produktach gazowych, powstających przy uwodornianiu węgla kamiennego znajduje się ok. 60% metanu i etanu i 40% propanu i butanu. Te ostatnie skrapla się i stosuje do celów organicznych, bądź jako gaz do napędu motorów (małe ciśnienie skroplenia).

Jeżeli chodzi o aparaturę do uwodorniania pod tak dużym ciśnieniem, to musi być ona zbudowana z wysokowartościowych stali stopowych ze względu na korozyjny wpływ wodoru i siarki. Występują tutaj oba rodzaje korozji: powierzchniowa i międzykrystaliczna. Działanie wodoru w wysokiej temperaturze i przy wysokim ciśnieniu na stale wywołuje korozję międzykrystaliczną wzdłuż granic ziarn, niszcząc substancję spajającą, jaką jest w tym wypadku cementyt.

Wodór dyfundując w głąb stali reaguje z cementytem wg równania:

$$Fe_3C + 2H_2 = 3Fe + CH_4$$

i tworzy ze stali zbiór słabo spojonych ziarn ferrytu.

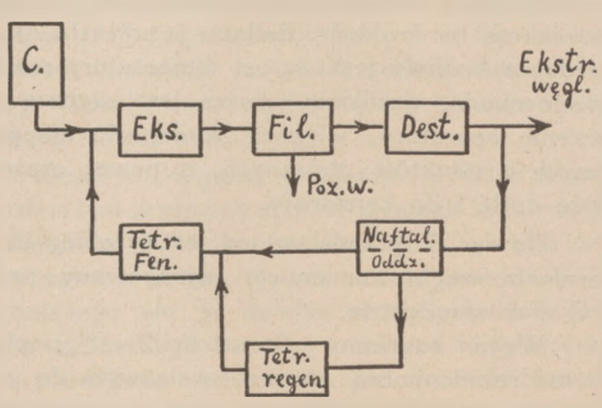
Ilość węgla w stali spada do 0,05—0,02%.

Na zewnątrz objawia się działanie wodoru na stale kruchością materiału i powstawaniem pęcherzy. Bronić się przed tą korozją można przez stosowanie stali zawierającej chrom, gdyż ten łącząc się z węglem stali tworzy węgliki nie atakowalne wodorem.

Obecność siarki powoduje tworzenie się skorupy złożonej z siarczków, która zatyka przewody i powiększa opory ruchu. Po uciążliwych próbach znaleziono sposób zapobiegania tej korozji na drodze cynkowania aparatów i przewodów przez wytworzenie przy pomocy dyfuzji warstwy ochronnej cynk — żelazo o mieszanych kryształach, metodą wielogodzinnego działania parami cynku na żelazo.

Stal dla syntez prowadzonych pod ciśnieniem i w wysokich temperaturach mieć musi co najmniej 6% chromu i domieszki molibdenu, wanadu i wolframu. W żadnym wypadku nie jest polecane stosowanie na aparaturę syntez tworzywa złożonego z pierwiastków niklu i manganu, ułatwiających dyfuzję wodoru.

Dalszym etapem rozwoju uwodorniania ciśnieniowego są doświadczenia Pott-Brocha (rys. 9)



Rys. 9.

nad ekstrakcją tetraliną i fenolami węgla *C.* pod ciśnieniem i w podniesionej temperaturze. Rozpuszcza się wówczas ponad 80% substancji zawartej w węglu, reszta zaś łącznie z popiołem zostaje odsączona. Po oddestylowaniu rozpuszczalnika część wyekstrahowaną (ekstrakt węgla) poddaje się uwodornieniu.

W roku 1925 świat techniczny został poruszony wiadomością, że Fischer i Tropsch z mieszaniny CO i H_2 przy pomocy odpowiednich kontaktów, temperatury i nadciśnienia, stanowiącego ułamek atmosfery otrzymują produkty analogiczne do pochodzących z ropy naftowej.

Był już wprawdzie poprzednio znany fakt, że z mieszaniny CO i H_2 na kontakcie niklowym lub kobaltowym można otrzymać metan. Początkowo o zastosowaniu odkrycia Fischer-Tropsch'a do celów technicznych nie można było nawet marzyć, gdyż wydajność reakcji była bardzo mała, zaś kontakty zużywały się bardzo szybko. Po 8-letniej żmudnej i kosztownej pracy udaje się Fischerowi i współpracownikom o tyle ulepszyć metodę, że w 1933 roku Towarzystwo Akc. Ruhrchemie może myśleć o przystąpieniu do budowy wielkiej fabryki doświadczalnej.

Materiałami wyjściowymi dla tej syntezy mogą być wszystkie materiały palne, z których można otrzymać gaz wodny, a więc węgiel kamienny, koks, węgiel brunatny, brykiety z węgla brunatnego, torf, drzewo, a także gazy z koksowni i gazowni.

Dla ekonomicznego prowadzenia syntezy mieszanka gazowa musi odpowiadać warunkom: 1. stosunek $CO : H_2$ musi wynosić jak 1 : 2; w tym celu Fischer stosuje gaz zawierający 29% CO i 58% H_2, resztę ok. 13% stanowi N_2, CH_4 i CO_2 — są to domieszki nieszkodliwe, które na syntezę dużego wpływu nie mają, jednak zawartość ich nie powinna przekraczać 15%; 2. siarkowodór i organiczne związki siarki muszą być jak najdokładniej usunięte i zawartość ich nie może przekraczać 0,2 gr na 100 m^3 gazu, w przeciwnym wypadku następuje zbyt szybkie zatrucie katalizatora, który normalnie pracuje obecnie bez regeneracji kilka miesięcy.

Generatorowy gaz wodny zawiera zwykle ok. 50% H_2 i 40% CO (4% CO_2 i 4% N_2), posiada on zbyt mało H_2, którego należy dodać. Wodór można uzyskać albo przez elektrolizę wody, bądź też można zwiększyć jego zawartość w gazie wodnym przez reakcję konwersji, tj. działanie parą wodną na CO w temp. 500° i przy użyciu kontaktu Fe_2O_3.

$$CO + H_2O = CO_2 + H_2 + 10{,}6 \text{ Kal.}$$

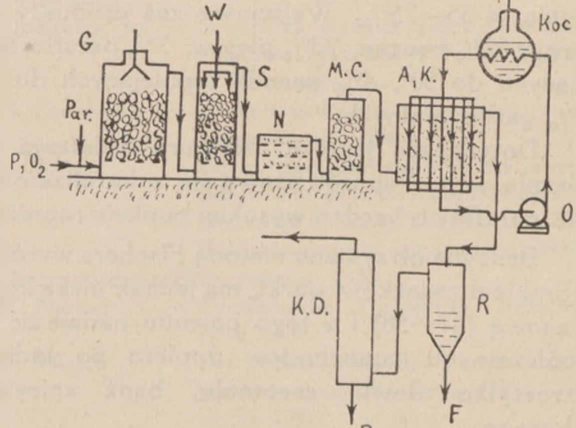
Możnaby również otrzymać wodór przez działanie parą wodną na CH_4 w temp. 800—1 200° i wobec kontaktu niklowego.

$$CH_4 + 2H_2O = CO_2 + 4H_2.$$

Wodór można uzyskać również z metanu przez zwykły pirogenetyczny rozkład.

$$CH_4 = 2H_2 + C.$$

Gaz idący do syntezy (rys. 10) wytwarza się w generatorze *G* i oczyszcza w skruberze *W.* od popiołu i smoły, później przechodzi do skrzynek z rudą łąkową *N.*, w których zostaje związany siarkowodór, następnie podlega bardzo dokładnemu oczyszczeniu od związków organicznych siarki dzięki przepuszczeniu przez aparat kontaktowy *M. C.* wypełniony kawałkami specjalnej masy powodującej przejście siarki organicznej w siarkowodór. (Skład tej masy nie jest znany. Anglik Bindley przygotował masę do czyszczenia gazu od siarkowodoru na podstawie tlenku miedzi i chromianu ołowiu. Związki organiczne siarki uwodorniają się do H_2S, które chwyta się rudą łąkową resztę zaś chwyta się w alkalicznym roztworze żelazicyjanku potasu).



Rys. 10.

Następnie oczyszczony gaz o zawartości siarki poniżej 0,2 gr na 100 m^3, sprężony do nadciśnienia odpowiadającego 1,5 m wody kieruje się do aparatu kontaktowego *A_1 K.*, w którym w temp. 180—185° w zetknięciu z katalizatorem tworzą się produkty analogiczne do naftowych, opuszczające aparat kontaktowy w stanie pary. Powstające produkty wykrapla się kolejno na chłodnicach w celu oddzielenia od wody i reszty gazu. Schłodzony gaz kieruje się na adsorpcję węglem aktywnym lekkich benzyn (*K. D.*).

Podstawowym warunkiem jest utrzymanie stałej temperatury aparatów kontaktowych. Ponieważ 1 m^3 gazów wydziela w komorze kontaktowej 600 Kal., więc w celu utrzymania stałej temperatury z dokładnością do 5° stosuje się obiegowe chłodzenie oliwne. Powstające ciepło zostaje

zużyte na wytworzenie pary potrzebnej do nadmuchu generatorów, bądź też może być wyzyskane w celu elektrolizy wody na wodór.

Ponieważ jednorazowe przejście przez aparat kontaktowy powoduje kontrakcję wynoszącą 60%, w tym celu pary i gazy opuszczające pierwszą komorę kontaktową kieruje się do drugiej, żeby tę kontrakcję wyrównać oraz gaz wodny lepiej wyzyskać. Dopiero po przejściu przez dwa aparaty kontaktowe i ostatecznym wykropleniu i zaadsorbowaniu benzyn zużywa się resztę gazu na cele ogrzewnicze.

Katalizatorem w metodzie Fischer-Tropsch'a jest zasadniczo kobalt zawierający miedź, która obniża temperaturę konwersji, ziemię okrzemkową powstrzymującą rekrystalizację katalizatora i tor, glin lub mangan, będące promotorami reakcji. Czasami podstawę katalizatora stanowi nikiel, którego działanie uważane jest jednak za zbyt silne. Bindley opracował katalizator do syntezy Fischer-Tropsch'a złożony z niklu, manganu, azotanu glinu i ziemi okrzemkowej.

Gazy po przeprowadzeniu przez katalizator reagują w 65—75%. Wyjściowe zaś produkty zawierają 62% benzyn, 23% olejów, 7% parafin topniejących do 50°, 4% parafin topniejących do 80° i 4% gazów palnych.

Dotychczas jeszcze literatura światowa nie wyjaśnia w jaki sposób usuwa się z katalizatorów stałe parafiny o bardzo wysokim punkcie topnienia.

Benzyna otrzymana metodą Fischera wyróżnia się brakiem związków siarki, ma jednak niską liczbę oktanową (47—58) i z tego powodu nadaje się do współczesnych samochodów dopiero po dodaniu czteroetylku ołowiu, metanolu, bądź spirytusu etylowego.

Przez aromatyzację i polimeryzację pewnych frakcji można liczbę oktanową podwyższyć.

Olej gazowy, otrzymany przez destylację produktów pierwotnych, posiada wysoką (ponad 100) liczbę cetenową. Nadaje się on wskutek tego do poprawiania szybkości zapalania ciężkich olejów naftowych.

Duża zawartość olefin w produktach syntezy umożliwia produkcję olejów smarowych drogą polimeryzacji olefin za pomocą chlorku glinu. W tym celu stosuje się olefiny zawarte w benzynie, kogazynie I (koks-gaz-benzyna), względnie olefiny z kogazyny II (gr. wrz. 200—250° C).

Otrzymane smary mają dość dużą wiskozę i stygną poniżej — 30°.

Fischerowskie oleje samochodowe odznaczają się dużą odpornością na starzenie i nawet przy dłuższym użyciu w silniku nie dają osadów żywicznych.

Jak ostatnio doniósł Fischer, przez podwyższenie zawartości CO w gazie stosowanym do syntezy można zwiększyć wydajność olefin, mało wpływając na ustosunkowanie się poszczególnych frakcji.

Doświadczenia ostatnich miesięcy dowiodły, że bez zmniejszenia ogólnej wydajności przez odpowiednie dostosowanie kontaktów i warunków pracy można podwyższyć liczbę otrzymanych wyżej wrzących węglowodorów.

Porównując metodę hydrogenacji z metodą Fischera w odniesieniu do produkcji na skalę fabryczną należy stwierdzić: 1. że koszty inwestycji dla obu metod są prawie równe, gdyż metoda hydrogenacji ze względu na duże ciśnienia wymaga małych instalacji, lecz z wysokowartościowych stali i maszyn o wysokiej sprawności (wielostopniowe kompresory) — natomiast metoda Fischera potrzebuje coprawda ogromnych komór reakcyjnych ze względu na małą wydajność kontaktów (7—8 gr benzyny z 1 dcm³ kontaktu na godzinę), lecz ze zwykłej blachy żelaznej, do pędzenia zaś gazów najprostszych dmuchaw; 2. urządzenia generatorowe dla metody wysokociśnieniowej są mniejsze i tańsze, gdyż na 1 tonę benzyny potrzeba 2 200 m³ wodoru, podczas gdy na 1 tonę benzyny Fischerowskiej potrzeba 9 000 m³ gazu wodnego; 3. metoda hydrogenacji daje benzynę o wysokiej liczbie oktanowej; benzyna Fischerowska wymaga powiększenia zdolności przeciwstukowej.

Z punktu widzenia wyzyskania materiałów metoda Fischer-Tropsch'a jest właściwsza, gdyż produktem wyjściowym jest nie węgiel ale koks. Z węgla można odciągnąć dużo cennych związków organicznych, mających znaczenie w fabrykacji amunicji, farb, żywic sztucznych i materiałów aptecznych.

Jeżeli chodzi o światową produkcję syntetycznych benzyn, to w 1937 roku miano wyprodukować metodami hydrogenacji 1,8 miliona ton i metodą Fischer-Tropsch'a 0,2 miliona ton — łącznie 2 miliony ton.

W samych Niemczech jest obecnie w ruchu, bądź w budowie:

6 fabryk syntetycznej benzyny metodą hydrogenacji o zdolności produkcyjnej	860 tys. ton
7 fabryk wg metody Fischer-Tropsch'a o zdolności produkcyjnej	320 " "
Łącznie będzie się rocznie produkować	1 180 tys. ton

Jeżeli chodzi o budowę nowych fabryk, to przeważnie są one budowane obecnie wg metody Fischera, gdyż ta ostatnia jest metodą przyszłości.

Syntetyczna benzyna ciągle jest jeszcze droższa od benzyny otrzymywanej z ropy naftowej, aczkolwiek produkcja jej stale tanieje. W 1937 roku koszt wytworzenia 1 litra benzyny syntetycznej metodą hydrogenacji wynosił w Niemczech 34 grosze, podczas kiedy importowana kosztowała 12 groszy.

W Anglii koszt wytworzenia 1 galonu benzyny syntetycznej wynosi 76 groszy, podczas kiedy importowana kalkuluje się w cenie 46 groszy.

Omówiwszy zasadnicze metody otrzymywania paliwa syntetycznego chciałbym kilka słów poświęcić pracom polskich badaczy w tej dziedzinie.

Prof. Smoleński przeprowadził szereg badań nad uwodornianiem metodą Bergiusa asfaltu otrzymywanego przy destylacji polskich rop parafinowych. Otrzymywał wydajność 60%-ową na użyty asfalt, w tej liczbie 20% benzyny i 20% nafty.

Z chwilą utworzenia w 1928 roku Działu Węglowego przy Chemicznym Instytucie Badawczym w Warszawie, kierownik tegoż działu prof. Świętosławski pracuje nad syntezą metanolu, uwodornianiem ciśnieniowym i metodą analogiczną do Fischer-Tropsch'a. Chodzi głównie o uwodornianie smół pierwotnych i koksowniczych, wykonano jednak także badania nad uwodornianiem samego węgla. Prowadzone są narazie badania laboratoryjne, bowiem próby półtechniczne są bardzo kosztowne.

Kilka prac dyplomowych z dziedziny odtworzenia metody Fischer-Tropsch'a przeprowadził prof. Zawadzki w Zakładzie Technologii Nieorganicznej Politechniki Warszawskiej.

W danej chwili jednak prace z dziedziny uwodornienia, o ile mi wiadomo, prowadzone są wyłącznie w Chemicznym Instytucie Badawczym pod kierunkiem prof. Świętosławskiego.

W Polsce dopiero od 2 lat zaczyna budzić się zrozumienie potrzeby zaopatrzenia się w większą ilość samochodów. W związku z tym zwrócono ostatnio uwagę na nasze zasoby materiałów pędnych. Jesteśmy w położeniu bardzo niekorzystnym. Jak donoszą pisma codzienne — już przy końcu bieżącego roku w związku z rozwojem statków motorowych zabraknie w Polsce materiałów bunkrowych. Za 2—3 lata nie starczy benzyny. Już teraz niektóre przedsiębiorstwa (jak to wynika z odczytu dra Bobra i artykułu prof. Dominika, ogłoszonego w Przeglądzie Chemicznym 2. 14—17. 1938.) myślą o kupnie licencji zagranicznej i uruchomieniu w Polsce fabryk syntetycznej benzyny.

W wypadku zastosowania metody Fischera koszt budowy fabryki o wytwórczości 30 tysięcy ton rocznie wyniósłby conajmniej 17 milionów złotych. Koszt produkcji bez amortyzacji i oprocentowania 1 litra benzyny wyniósłby 12 groszy. Z amortyzacją i oprocentowaniem ok. 32 grosze.

Ponieważ opłaty licencyjne wynoszą 4% od ceny sprzedażnej benzyny, więc przy produkcji 30 000 ton rocznie opłaty te wyniosłyby ok. 600 tysięcy złotych. Przy produkcji zaś 100 tys. ton rocznie przekroczyłyby sumę dwóch milionów złotych.

Ze względu chociażby na ograniczenia dewizowe wywożenie tak znacznych sum jest dla kraju niepożądane. Wartoby się więc zastanowić, czy nie korzystniej by było przez kilka najbliższych lat, podczas których jeszcze będzie można jeździć na benzynie pochodzenia naftowego, spróbować opracować przy pomocy Działu Węglowego Chemicznego Instytutu Badawczego własnej metody syntezy benzyny, podobnie jak tego dokonano z syntezą kauczuku.

Wydane na ten cel pieniądze zostaną w Polsce; przygotuje się szereg pracowników dla tej nowej gałęzi przemysłu i zwiększy się obrót gospodarczy naszego kraju.

LITERATURA.

Przy opracowaniu odczytu skorzystano z następujących publikacyj:

1. „Jedziemy" — Broszurka wydana przez Koło Samochodowe przy Stow. Techn. Polskich w Warszawie.
2. S. Czarnocki — Nasze zagadnienia z dziedziny geologii ekonomicznej. 1935 r.
3. J. Wójcik — Bilans Energetyczny Polski i przyszła rola w nim gazu ziemnego. Księga Pamiątkowa z okazji 60-lecia Pol. Tow. Politechnicznego we Lwowie. 1937 r.
4. Destruktiwnaja Hidrogienacja. 1934 r.
5. F. Fischer — Synthetische Treibstoffe. Petroleum Nr 2. 1937.
6. F. Martin — Die Grosstechnik der Benzin und Ölsynthese aus Wassergas. Petroleum nr 33. 1937.
7. E. Than — Deutsches Kohlen als Ausgangsstoffe Chemischer Verendlung. Brennstoff und Wärmewirtschaft, Heft 3. 1937.
8. P. Pascal — La carbonisation méthylante des lignites et des tourbes. Techn. mod., Paris 28 (1936), 24. S. 833/839.
9. Ch. Berthelot — Le carburants de synthèse résultant de la réduction de l'oxyde de carbone par l'hydrogène. Alcool methylique, essence Fischer. Chim. et Ind. 37 (1937), 2, S. 211/223.
10. Gulio Natta e R. Piontelli — Sull'utilizzazione del metano per la produijone di idrogeno. Chim. e. Ind. 19 (1937), 4. S. 177/182.
11. H. Winter — Katalysatoren u. Werkstoffe der Hydrierung. Glückauf 73 (1937), 19. 420.
12. Carl Bosch — Probleme grosstechnischer Hydrierungs-Verfahren. Die Chemische Fabrik Nr 1/2. 1934.
13. E. Galle — Treibstoffe aus tscheschoslowakischer Kohle. Petroleum Nr 10. 1937.
14. G. Egloff — Polymer Gasoline. Ind. Eng. Chem. 28 (1936), 12, S. 1461/1467.

Inż. JÓZEF BRYNIKOWSKI

Paliwa lotnicze

Wstęp.

Lotnictwo stosuje prawie wyłącznie silniki gaźnikowe o zapalaniu elektrycznym i ta okoliczność określa zasadnicze własności paliw lotniczych. Silniki Diesla, które używają paliw innego typu, nie znalazły w lotnictwie większego zastosowania, gdyż nawet w lotnictwie niemieckim, które zastosowało je na nieco większą skalę, tracą obecnie na znaczeniu.

Wykorzystanie energii zawartej w paliwie i zamiana jej na pracę mechaniczną odbywa się w sposób następujący: powietrze zasysane do cylindrów silnika przepływając przez gaźnik miesza się z rozpylonym paliwem, które z kolei powinno wyparować, tworząc palną mieszankę powietrza i par paliwa. Z tego wynika, że jedną z cech paliwa powinna być dostateczna lotność. W nowoczesnych silnikach lotniczych mieszanka przed wejściem do cylindrów ulega sprężeniu wstępnemu w sprężarce, najczęściej odśrodkowej. Wobec tego ciśnienie mieszanki wchodzącej do cylindrów, zwane ciśnieniem ładowania, może przekraczać ciśnienie otaczającej atmosfery i dochodzić do 1 000 mm słupa rtęci ciśnienia absolutnego. Dostarczona do cylindrów mieszanka ulega w nich sprężeniu, a pod koniec okresu sprężania zapala się ją za pomocą iskry elektrycznej. Wytworzone przez spalenie się mieszanki ciepło powiększa kilkakrotnie jej ciśnienie; spaliny ekspandując oddają na wał korbowy pewną ilość pracy mechanicznej. W pewnych wypadkach przebieg spalania mieszanki przechodzi w detonację. Jest to gwałtowne spalenie się reszty mieszanki połączone z dużym lokalnym wzrostem ciśnienia, występowaniem stojących fal ciśnienia, nadmiernym nagrzewaniem stykających się z palącą się mieszanką części silnika itd. Zależnie od okoliczności detonacja objawia się metalicznym stukaniem silnika, wzrostem jego temperatury, spadkiem mocy i pojawieniem się dymu w wydmuchu. Detonacja jest zjawiskiem bardzo niebezpiecznym, gdyż może doprowadzić do uszkodzenia lub zniszczenia silnika, wobec czego dostateczna odporność paliwa na detonację jest jego cechą o pierwszorzędnym znaczeniu. Poza paliwem wpływ na możliwość pojawienia się detonacji ma rodzaj silnika i warunki jego pracy.

Paliwa tego typu, jaki jest stosowany w lotnictwie, są też używane w innych dziedzinach, przede wszystkim w dziedzinie pojazdów mechanicznych. Paliwom lotniczym stawia się jednak najwyższe wymagania. Powodem tego są: wielki nacisk położony na rozwój lotnictwa i zwiększenie osiągów samolotów, duża moc stosowanych silników oraz okoliczność, że wywołany nieodpowiednim paliwem defekt silnika może się skończyć katastrofą samolotu.

Własności paliw lotniczych.

Najważniejszą własnością paliw lotniczych, decydującą o ich przydatności, jest odpowiednio wysoka o d p o r n o ś ć n a d e t o n a c j ę. Jeszcze przed 10 laty własność ta nie była brana zupełnie pod uwagę. Silniki lotnicze pracowały na benzynie otrzymanej z ropy naftowej, ale odpornością tej benzyny na detonację nikt się nie interesował. Dzisiaj praca nowoczesnych silników lotniczych na takich paliwach jest nie do pomyślenia. Powodem tej zmiany jest fakt, że rozwój silników lotniczych szedł w międzyczasie po linii podwyższania wymagań stawianych odporności paliw na detonację. Rozwój ten cechowały: stosowanie coraz to wyższych ciśnień ładowania, co miało na celu zwiększenie mocy jednostkowej silników (tj. mocy z litra objętości skokowej), budowanie silników o wyższych stopniach sprężania w celu zwiększenia mocy jednostkowej i zmniejszenia jednostkowego zużycia paliwa, stosowanie mieszanek o coraz mniejszym stosunku paliwa do powietrza, zastąpienie wodnego chłodzenia powietrznym. Wszystkie te środki miały na celu zwiększenie zasięgu, szybkości i obciążenia użytecznego samolotów, ułatwienie startu itd., czyli krótko mówiąc zdobycie przewagi nad przeciwnikiem w ewentualnej wojnie lub rywalem w pokojowym opanowywaniu przestworzy. Wszystkie wymienione środki do osiągnięcia tego celu zwiększały jednak możliwość wystąpienia detonacji; zapobiec jej można było stosując paliwa coraz odporniejsze na detonację.

Miarą odporności na detonację jest liczba oktanowa. Jest to procentowa, objętościowa zawartość izooktanu (2, 2, 4 trójmetylopentanu) w mieszaninie złożonej i izooktanu i normalnego heptanu, która w przyjętym silniku wzorcowym, pracującym w tych samych ściśle określonych warunkach daje to samo ustalone natężenie detonacji. Ponieważ liczby oktanowe danego paliwa wypadają różne w zależności od typu użytego silnika i warunków jego pracy, zaszła konieczność znormalizowania obu tych czynników. Najwięcej używane są oznaczenia liczby oktanowej wykonane na amerykańskim silniku C. F. R. (Cooperative Fuel Research) według A. S. T. M. Motor Method (American Society for Testing Materials); rzadziej

natomiast spotyka się liczby oktanowe oznaczone metodą stosowaną przez amerykańskie lotnictwo wojskowe (U. S. Army Air Corps Method). Są one nieco wyższe od liczb oktanowych według A. S. T. M. Motor Method.

Liczby oktanowe benzyn otrzymywanych przez destylację ropy naftowej i rektyfikację otrzymanego destylatu wahają się w dużych granicach zależnie od pochodzenia ropy. Benzyny o większej zawartości składników aromatycznych i naftenowych mają wyższe liczby oktanowe. Dochodzą one u benzyn frakcyjnych do 77, jednak ilość benzyn o liczbie oktanowej zbliżonej do 77 jest mała, tak że pokrycie całego zapotrzebowania lotnictwa zmusiło do stosowania benzyn o znacznie niższej liczbie oktanowej, zwłaszcza że niektóre kraje są szczególnie upośledzone pod tym względem.

Stosowane paliwa lotnicze można podzielić na 3 grupy. Pierwsza ma liczbę oktanową 62—77, druga 77—87, trzecia 87—100. Jak z tego widać edynie paliwa pierwszej grupy mogą być czystą benzyną frakcyjną i to tylko w krajach mających dostateczne ilości wysokoodpornej na detonację benzyny. We wszystkich innych wypadkach odporność na detonację musi być podwyższana do żądanej wysokości odpowiednimi środkami. Są to albo pewne związki chemiczne, nie będące paliwem, dodawane do paliw w nieznacznych ilościach albo też paliwa o wysokiej odporności na detonację, dodawane niekiedy w dość dużych procentach, dzięki czemu gotowe paliwo ma liczbę oktanową leżącą między jej wartościami dla obu składników. Bardzo często stosuje się oba sposoby równocześnie.

W a r t o ś ć o p a ł o w a paliwa jako taka ma duże znaczenie, gdyż w wypadku mniejszej wartości opałowej silnik będzie zużywał wagowo więcej paliwa, co pociąga za sobą zmniejszenie zasięgu samolotu lub też zmniejszenie jego obciążenia użytecznego. Wśród benzyn frakcyjnych różnice w wartości opałowej dolnej wynoszącej ok. 10 600 kal/kg są jednak nieduże i przy doborze benzyn wartość opałowa nie jest brana pod uwagę. Natomiast pewne składniki paliw lotniczych dodawane w celu podniesienia liczby oktanowej obniżają znacznie wartość opałową gotowego paliwa, tak że w tym wypadku ujemne skutki niskiej wartości opałowej wystąpią wyraźnie. Takim dodatkiem jest alkohol etylowy, którego wartość opałowa dolna wynosi ok. 6 400 kal/kg.

C i ę ż a r w ł a ś c i w y nie ma większego znaczenia dla przydatności paliw. Oczywiście przy tej samej wartości opałowej, odniesionej do kg, paliwo o większym ciężarze właściwym można uważać za korzystniejsze, gdyż w tym wypadku objętość zbiorników paliwowych może być mniejsza. Okoliczność ta mogłaby być wykorzystana, gdyby przy konstruowaniu płatowca wiadome było, że używane paliwo będzie zawsze miało duży ciężar właściwy. Poza tym ciężar właściwy paliwa może mieć wpływ na konieczność doregulowywania gaźnika.

C i e p ł o p a r o w a n i a ma znaczenie o tyle, że wysoka jego wartość powoduje niższą temperaturę mieszanki, przez co do cylindra wchodzi jej wagowo więcej, dzięki czemu można z silnika uzyskać większą moc. Ma to znaczenie zwłaszcza wtedy, gdy wskutek zastosowania sprężania wstępnego temperatura mieszanki jest naogół wysoka. Z drugiej strony znaczne obniżenie temperatury mieszanki w samym gaźniku może powodować sublimację pary wodnej, zawartej w mieszance i zamarzanie gaźnika, co jest objawem niepożądanym. Ciepło parowania różnych składników paliw lotniczych waha się nieznacznie; jedynie alkohol, mający ciepło lotności ok. 3 razy wyższe niż inne paliwa, wyróżnia się spośród nich.

L o t n o ś ć p a l i w a i p r ę ż n o ś ć p a r. Pojęcie o lotności paliwa daje wykonanie jego destylacji. Najwięcej używana jest destylacja Englera, w Ameryce zaś jej modyfikacja, destylacja A. S. T. M.

Niedostateczna lotność paliwa powoduje niecałkowite odparowanie paliwa, co pociąga za sobą obecność kropelek w palącej się mieszance; na skutek tego nie następuje całkowite spalenie, co pociąga za sobą stratę paliwa w wydmuchu. Prócz tego w silnikach chłodzonych wodą nie spalone paliwo rozcieńcza olej smarowy. Niedostateczna lotność utrudnia również rozruch silnika, jego rozgrzewanie się i szybkie przechodzenie od małej do dużej mocy i może być powodem niejednakowego składu mieszanki wchodzącej do poszczególnych cylindrów. Tym niemniej zbyt wysoka lotność nie jest korzystna. Powoduje bowiem duże straty paliwa w czasie magazynowania i z powodu szybkiego obniżania się temperatury mieszanki w gaźniku może prowadzić do jego zamarzania. Na znacznych wysokościach, gdzie panuje niskie ciśnienie powietrza, może spowodować powstawanie w przewodach paliwowych pęcherzyków pary paliwa (korków gazowych), co utrudnia lub uniemożliwia normalne zasilanie gaźnika paliwem. Żądaną lotność paliwa określa się przez podanie kilku punktów wyznaczających graniczne położenie krzywej destylacji. Jako przykład mogą służyć następujące wymagania: 5% paliwa powinno przechodzić w temperaturze powyżej 50° C, a poniżej 75° C, 50% w temperaturze poniżej 100° C, 90% poniżej 140° C, a 97,5% w temperaturze niższej od 165° C. Ograniczeniem

lotności od góry, mającym na celu specjalnie uniknięcie powstawania korków gazowych, jest podanie dopuszczalnej prężności par paliwa, którą wyznacza się metodą konwencjonalną w bombie Reida w temperaturze 37,8° C. Prężność par nie powinna przekraczać pewnej wartości np. 0,5 kg/cm².

Temperatura krystalizacji paliwa określa granicę, poniżej której w paliwie pojawiają się jego skrzepłe kryształy, mogące zatykać przewody. Ze względu na to, że silniki lotnicze pracują nieraz na znacznych wysokościach, a tym samym w bardzo niskich temperaturach otoczenia, paliwa lotnicze muszą mieć dostatecznie niską temperaturę krystalizacji. Wynosi ona — 50° C, niekiedy nawet — 60° C.

Pozostałość po odparowaniu, czyli zawartość żywic (gum) określa ilość substancyj, które mogą wywołać zawisanie zaworów ssących w silniku i zaklejanie otworków w gaźniku. Oprócz żywic istniejących w danej chwili w paliwie, których zawartość nie powinna normalnie przekraczać 5 mg na 100 cm³ paliwa, może być mowa o żywicach potencjalnych tj. takich, które mogą się w paliwie wytworzyć w czasie magazynowania.

Dla ich określenia należy paliwo poddać procesowi sztucznego starzenia się, odpowiadającego powolnemu starzeniu się paliwa w czasie magazynowania i wyznaczyć ilość powstałych w ten sposób żywic.

Zawartość siarki wyższa od 0,1% uważana jest za szkodliwą, wobec czego tej granicy nie należy przekraczać. Powodując korozję przede wszystkim przewodów odprowadzających spaliny, siarka w dowolnej postaci jest w paliwie składnikiem niepożądanym.

Zawartość składników, dodanych do paliwa celem polepszenia niektórych jego własności np. odporności na detonację, musi być kontrolowana, gdyż dodanie tych składników w nieodpowiednich ilościach może pociągnąć za sobą niepożądaną zmianę którejś własności paliwa. Chodzi tu o takie składniki jak benzol, alkohol itd. Dotyczy to też dodatku czteroetylku ołowiu, mającego na celu podniesienie odporności na detonację, a który dodany w ilościach zbyt dużych wpływa ujemnie na silnik.

Liczbę oktanową paliwa można podwyższyć, dodając do niego w pewnej ilości inne paliwo o znacznie wyższej odporności na detonację. Im bardziej odporny na detonację jest zastosowany dodatek tym, ogólnie rzecz biorąc, procentowo mniej trzeba go dodać.

Benzol. Jednym z takich dodatków jest benzol silnikowy, który poza benzenem zawiera toluen i inne składniki. Wzrost liczby oktanowej przeciętnej benzyny lotniczej, posiadającej w stanie czystym liczbę oktanową ok. 62, uzyskiwany przez dodatek benzolu lotniczego wynosi ok. 2,5 przy 10% i 5,5 przy 20% benzolu. Wzrost ten jak widać nie jest duży. Wadą benzolu jest jego niższa niż benzyny wartość opałowa, gdyż zarówno benzen jak i inne składniki aromatyczne mają wartość opałową niższą od 10 000 kal/kg. Poza tym odporność na detonację węglowodorów aromatycznych, a zwłaszcza benzenu maleje ze wzrostem temperatury mieszanki, co szczególnie w silnikach chłodzonych powietrzem, przy zastosowaniu daleko posuniętego sprężania wstępnego, daje się zauważyć. W końcu benzen w odróżnieniu od innych węglowodorów aromatycznych ma bardzo wysoką temperaturę krzepnięcia, wobec czego dodatek benzolu lotniczego do niektórych benzyn nie może przekraczać 20%, gdyż w przeciwnym razie temperatura krystalizacji paliwa z benzolem podniosłaby się powyżej — 50° C. W paliwach zawierających alkohol dodatek benzolu zwiększa ich odporność na rozwarstwienie; benzol jest więc w pewnej mierze homogenizatorem.

Alkohol. Innym składnikiem paliw lotniczych, podnoszącym ich odporność na detonację, lecz stosowanym jedynie w niektórych krajach, jest alkohol etylowy, dodawany w stanie bezwodnym. 10%-owy dodatek alkoholu podnosi liczbę oktanową benzyny lotniczej o liczbie oktanowej ok. 62 o ok. 10 jednostek, ale następne 10%-owe dodatki są coraz mniej skuteczne (kolejno 6 i 4 jednostki). Większy dodatek alkoholu jest niekorzystny, jeśli chodzi o wartość opałową paliwa ze względu na to, że wartość opałowa alkoholu wynosi ok. 6 400 kal/kg, wobec czego należy się liczyć z większym zużyciem paliwa w silniku. Do zalet alkoholu jako paliwa należy zaliczyć jego duże ciepło parowania, które wpływa na większe obniżenie temperatury mieszanki, co zwiększa moc maksymalną silnika i czyni paliwo z alkoholem bardziej odpornym na detonację w silnikach lotniczych, niż należałoby wnioskować z liczby oktanowej. Alkohol działa też korzystnie jako środek zapobiegający zamarzaniu gaźnika.

W miarę wzrostu wymagań stawianych paliwom lotniczym zjawiły się inne składniki podnoszące wydatnie liczbę oktanową paliwa, korzystniejsze od benzolu i alkoholu. Należą do nich przede wszystkim: czteroetylek ołowiu oraz najnowsze środki: izooktan i eter izopropylowy.

Czteroetylek ołowiu. Dodatkiem podnoszącym w sposób bardzo wydatny liczbę oktanową paliw, a nie zmieniającym innych ich własności, stosowanym na bardzo szeroką skalę, jest czteroetylek ołowiu. Stosuje się go w formie tzw. płynu etylowego w mieszaninie z dwubromkiem ety-

lenu, który ma na celu utworzenie podczas spalenia lotnego bromku ołowiu. Dodatki czteroetylku są bardzo małe; rzadko przekraczają 0,8 cm^2 na litr paliwa. Czteroetylek ołowiu poza tym, że jest trujący, działa też szkodliwie na silniki, wywołując w nich korozję zarówno na zimno jak i na gorąco. Korozja na zimno ma miejsce podczas postoju silnika i atakuje trzonki zaworów i tuleje cylindrowe. Zapobiega się jej stosując zawory z odpowiedniego materiału (stal austenityczna) oraz konserwując odpowiednio cylindry. Korozja na gorąco występuje podczas pracy silnika; objawem jej jest wypalanie się zaworów wydechowych i ich gniazd. Przeciwdziała się jej stosując gniazda zaworów stalowe zamiast brązowych i pokrywając powierzchnie uszczelniające zaworów stellitem.

Wpływ dodatków czteroetylku na odporność paliw na detonację jest bardzo duży, gdyż 0,2 cm^3 czteroetylku w litrze przeciętnej benzyny lotniczej o liczbie oktanowej ok. 62 podnosi jej liczbę oktanową o ok. 9,5 jednostek, a 1 cm^3 o 20 jednostek. W miarę wzrostu zawartości czteroetylku liczba oktanowa paliwa wzrasta z początku bardzo szybko, potem zaś coraz wolniej, tak że dalsze dodatki nie mają prawie żadnego wpływu na liczbę oktanową. Z tego względu oraz z powodu trudności występujących wskutek korozyjnego działania czteroetylku, dodatek jego przeważnie nie przekracza 0,8 cm^3 na litr paliwa.

Izooktan. Zastosowanie polimeryzacji gazów w procesach pokrakingowych umożliwiło lotnictwu otrzymywanie technicznego izooktanu w bardzo dużych ilościach. W tym celu wyodrębnia się izobutylen z gazów, które go zawierają i polimeryzuje się go na dwuizobutylen, następnie zaś przez katalityczne uwodornienie otrzymuje się z niego izooktan mający liczbę oktanową 100. Izooktan pozwolił na wprowadzenie do użytku w lotnictwie paliw o najwyższej stosowanej dziś odporności na detonację tj. paliw o liczbie oktanowej 100. Wadą izooktanu jest wysoka temperatura wrzenia (ok. 100° C) czyli mała lotność.

Eter izopropylowy. Ostatnio odkrytym składnikiem, również nadającym się do sporządzenia paliw o liczbie oktanowej 100, jest eter izopropylowy. Otrzymuje się go przede wszystkim z propylenu i kraje rozporządzające dużymi ilościami gazów krakowych mogą go produkować w dużych ilościach. Dalszymi surowcami, z których można otrzymać eter izopropylowy, są: propan z gazu ziemnego, alkohol etylowy i aceton. Eter ten wrze w temperaturze 67—70° C. Wadą jego jest niska wartość opałowa (8660 kal/kg) oraz pewna niestałość chemiczna; w czasie magazynowania bowiem mogą się w nim tworzyć nadtlenki, obniżające odporność na detonację i w pewnych warunkach mogące być przyczyną wybuchu. Można jednak uniknąć tworzenia się nadtlenków, stosując odpowiednie inhibitory tj. dodając niewielkie ilości związków zapobiegających tworzeniu się nadtlenków.

Rozwój paliw lotniczych.

Przed kilkunastu laty jako paliwo lotnicze stosowano benzynę frakcyjną, nie zwracając uwagi na jej odporność na detonację, która zresztą była bardzo niska. Liczba oktanowa benzyn lotniczych, stosowanych w r. 1928 w Stanach Zjednoczonych Am. Pn., będących kolebką paliw o liczbie oktanowej 100, leżała w granicach 50—55.

W miarę rozwoju silników lotniczych i wzrostu wymagań stawianych odporności paliwa na detonację, zaczęto przeprowadzać selekcję rop naftowych, ażeby lotnictwu zapewnić paliwo o odpowiedniej liczbie oktanowej. W ten sposób przy użyciu czystych benzyn frakcyjnych można było dojść do liczby oktanowej 76. W krajach nie posiadających dostatecznej ilości benzyn o odpowiednio wysokiej odporności na detonację radzono sobie stosując dodatek benzolu ewentualnie alkoholu.[1]

Uzyskanie liczb oktanowych wyższych od 76 było możliwe przy zastosowaniu dodatku czteroetylku ołowiu. Dodanie tego środka w ilości 0,8 cm^3 na litr paliwa, której przekroczenie nie było wskazane ze względu na silnik, do stosowanych do tego czasu paliw, pozwoliło otrzymać paliwa o liczbach oktanowych do 87. Paliwa te można było stosować w silnikach odpowiednio przystosowanych do pracy na paliwach z czteroetylkiem ołowiu. Był to drugi etap rozwoju paliw lotniczych.

Trzecim okresem rozwoju paliw jest ten, w którym lotnictwo znajduje się obecnie; datuje się on od chwili wprowadzenia paliw polimeryzowanych. Pozwoliły one na podniesienie górnej granicy liczb oktanowych osiągalnych bez użycia czteroetylku ołowiu, na zmniejszenie dodatku czteroetylku potrzebnego do uzyskania danej liczby oktanowej i w końcu na podniesienie liczby oktanowej używanych paliw do 100 według U. S. Army Method czyli 96 według A. S. T. M. Motor Method (Stany Zjednoczone), a nawet 100 według A. S. T. M. Motor Method (Anglia). Paliwa te noszą nazwę paliw o liczbie oktanowej 100. Ich wprowadzenie zostało umożliwione przez rozpoczęcie w r. 1934 produkcji technicznego izooktanu w Ameryce. Paliwo o liczbie oktanowej 96 według A. S. T. M. Motor Method zawiera 50—55% benzyny, 45—50% izooktanu i 0,8 cm^3 czteroetylku ołowiu na litr paliwa. Dla zwiększenia lotności może być dodawany izopentan. Paliwa

o liczbie oktanowej 100 wprowadzono najpierw w Stanach Zjednoczonych, gdzie w lotnictwie wojskowym znalazły one w krótkim czasie bardzo szerokie zastosowanie, następnie zaś w Anglii. W roku 1936 pojawił się drugi wysokoodporny na detonację składnik paliw o liczbie oktanowej 100, mianowicie eter izopropylowy. Dla uzyskania danej liczby oktanowej eter musi być dodany w mniejszej ilości niż izooktan. Eter izopropylowy na razie nie jest stosowany, gdyż zapotrzebowanie na te wysokooktanowe składniki paliw lotniczych można pokryć izooktanem. Należy zaznaczyć, że możliwości produkcyjne Stanów Zjednoczonych, jeśli chodzi o izooktan i eter izopropylowy, są olbrzymie. Możliwa też jest produkcja paliw o liczbie oktanowej 100, opartych na węglowodorach aromatycznych. Silników seryjnych, przystosowanych specjalnie do pracy na paliwach o liczbie oktanowej 100 na razie brak, wobec czego paliwa te służą do poprawienia osiągów silników zbudowanych na paliwa o liczbie oktanowej 87.

Dr H. BURSTIN
Galicja, Drohobycz.

Synteza materiałów pędnych dla silnika lotniczego

Kreśląc niniejszy referat pragnie autor omówić nowe metody i możliwości fabrykacji materiałów pędnych oraz olejów smarowych dla silnika lotniczego, ze szczególnym uwzględnieniem nowoczesnych dążeń do uzyskania chemicznych indywiduów posiadających ściśle wymagane właściwości.

Żyjemy w okresie, kiedy nauka i technika zmuszone są do szukania nowych dróg i sposobów celem bądź to zastąpienia brakujących skarbów przyrody, bądź też celem wyzyskania stojących do dyspozycji surowców dla syntezy koniecznych produktów. Dotyczy to w pierwszym rzędzie postawienia do dyspozycji lotnictwu wymaganych materiałów, zwłaszcza paliwa jakoteż smaru.

Właściwości benzyny lotniczej.

Silnik lotniczy rozwinął się z silnika samochodowego, toteż wymagano dla benzyny lotniczej w pierwszych dziesięcioleciach lotnictwa na ogół podobnych właściwości jak i dla benzyny samochodowej z tym jednak, że lotność tej pierwszej na skutek niższych granic destylacji była większa w stosunku do benzyny samochodowej. I tak np. amerykańskie normy z r. 1924 podają następujące przepisy:

Ilość destylatu	5%	50%	96%	koniec wrzenia
benzyna dla samolotów prywatnych . .	50—75° C	105—155° C	nie wyżej 175° C	nie wyżej 190° C
benzyna dla samolotów wojskowych .	50—65° C	95—125° C	nie wyżej 150° C	nie wyżej 165° C

Wraz z konstrukcyjnym rozwojem silnika lotniczego w ostatnim dziesięcioleciu wzrastają coraz bardziej wymagania stawiane paliwu. Celem podniesienia sprawności silnika w stosunku do wagi własnej jako też ciężaru użytego paliwa powiększa się coraz bardziej stopień sprężania, co pociąga za sobą potrzebę paliwa odpornego na tzw. stukanie silnika, spowodowane przedwczesnym samozapaleniem się paliwa. Silniejsze sprężanie i wyższa temperatura pracy silnika wymagają też dla oleju służącego do smarowania cylindrów coraz wyższej odporności na utlenianie i koksowanie. Powstają nowe metody badania smarów, jak próby starzenia, koksowania itd. Silnie powiększone obciążenie łożysk wymaga stosowania nowych kompozycyj smarowych, zawierających składniki o znacznie zwiększonej przyczepności do metalu, dających błonę smarniczą nieprzerywającą się nawet pod największym ciężarem itd., itd. Widzimy więc, jak w ślad za postępem konstrukcji silnika lotniczego idą coraz ostrzejsze i trudniejsze do spełnienia warunki dla paliwa i smaru. Są to odwieczne szlachetne zawody między dążeniem konstruktora z jednej, a wiedzą chemiczną z drugiej strony, w których — jak się okaże — chemia nie pozostaje w tyle.

W ostatnich latach poza względami podyktowanymi koniecznością techniczną wchodzą jeszcze inne momenty w rachubę. Ilość krajów posiadających własne duże złoża ropy naftowej jest niewielka. Niektóre z silnie uprzemysłowionych państw wcale jej nie mają i są zdane na wwóz płynnego paliwa i smarów. W dzisiejszych czasach dążenie do samowystarczalności, brak ropy stwarza trudności dewizowe w czasie pokoju oraz niebezpieczną sytuację w czasie wojny. Dlatego chemicy, zwłaszcza niemieccy, angielscy i japońscy interesują się problemem wytwarzania paliw i smarów lotniczych ze surowców rodzimych, przede wszystkim z węgla. Jest to ogromne zadanie dla nauki i techniki chemicznej, które od lat przeszło dziesięciu zajmuje setki najtęższych umysłów i które częściowo już zostało pomyślnie rozwiązane.

Rodzaje silników.

Przechodząc obecnie do omówienia zagadnienia paliw silnikowych należy rozróżnić typ silnika, dla którego są przeznaczone. Jak wiadomo, mamy dwa zasadnicze typy silników: silnik benzynowy i silnik olejowy (Diesel'a). Silnik benzynowy spręża pary paliwa mniej więcej sześciokrotnie i zapala je za pomocą iskry elektrycznej. Wymaga on stosunkowo drogiego, lotnego i łatwopalnego paliwa. Silnik Diesel'a natomiast spręża powietrze ok. szesnastokrotnie i wtryskuje następnie do zgęszczonego, zagrzanego powietrza paliwo, które się w nim samoczynnie zapala. W tych warunkach starczy olej stosunkowo mało lotny i trudno spalający się.

Już dawno okazało się, że benzyny zawierające przeważnie węglowodory typu metanowego wywołują w silniku prawdopodobnie na skutek przedwczesnego zapalania się zjawisko „stukania". Natomiast benzyny bogate w związki typu benzolowego są odporne na stukanie. Wobec tego równolegle z konstrukcyjnym rozwojem silnika benzynowego i z zastosowaniem coraz wyższej kompresji szło zapotrzebowanie benzyny o coraz większej odporności na stukanie.

Liczba oktanowa i liczba cetenowa.

W r. 1930 Boyd podał metodę mierzenia odporności przeciwstukowej paliw przez porównywanie ich skłonności do stukania w silniku znormalizowanym (C F R-motor) z mieszankami bardzo w tym kierunku odpornego izooktanu (2, 2, 4-trimetylpentanu) i silnie stukającego n-heptanu. Liczba oktanowa równa się procentowej objętości izooktanu w mieszance, która posiada tę samą zdolność przeciwstukową jak badane paliwo.

W przeciwieństwie do paliwa dla silnika „benzynowego", od którego wymaga się odporności na przedwczesne zapalanie, a tym samym wysokiej temperatury samozapłonu (wysokiej liczby oktanowej), żąda się od paliwa dla silnika Diesel'a skłonności do łatwego zapalania się, to znaczy niskiej temperatury samozapłonu, czyli niskiej liczby oktanowej, zaś wysokiej liczby cetenowej. Jednostka ta wprowadzona w r. 1932 przez Boerlage i Broezego[1]) podaje procentową zawartość łatwo zapalającego się cetenu (1,2-heksadecylen) w mieszance tegoż z trudno zapalającym się mezytilenem (1,3, 5-trimetylobenzol), która w znormalizowanym silniku Diesel'a wykazuje to samo „spaźnianie zapłonu" jak badane paliwo. Liczba oktanowa jest przeciwieństwem liczby cetenowej. Im wyższa jest liczba oktanowa pewnego paliwa, tym niższa jest jego liczba cetenowa. Liczbie oktanowej 72 odpowiada mniej więcej liczba cetenowa 25, liczbie oktanowej 40 odpowiada liczba cetenowa 40.

1) S A E Journ. 1932, 283.

Im wyższa jest kompresja silnika benzynowego, tym wyższa jest wymagana liczba oktanowa paliwa. W Stanach Zjednoczonych przeciętny stopień sprężania w silnikach samochodowych wzrósł w ostatnim dziesięcioleciu od 1 : 4,4 do 1 : 6,2. Równocześnie przeciętna liczba oktanowa benzyn samochodowych podniosła się z 55 do 70.

W U. S. A. cena benzyny zależy od jej liczby oktanowej. Tak np. wynosiły ceny benzyny lotniczej w r. 1935/1936:

Benzyna lotn. o l. okt.	74	cent. am.	10,0 za galon
„ „ „ „ „	80	„ „	11,5 „ „
„ „ „ „ „	87	„ „	13,5 „ „
„ „ „ „ „	100	„ „	22,0 „ „

Z amerykańskiej literatury fachowej wynika, że w r. 1928 w U. S. A. były w lotnictwie stosowane benzyny o liczbie oktanowej ok. 50. W kilka lat później wprowadza się standard 73—80 dla lotnictwa cywilnego, zaś 87 dla U. S. Army Air Corps., co osiągnięto wówczas przez dodawanie czteroetylku ołowiu. Z wprowadzeniem samolotu Douglas D C 2, benzyna o liczbie oktanowej 87 przyjęła się również w lotnictwie cywilnym. W ostatnich latach literatura amerykańska wspomina już o stosowaniu benzyny o liczbie oktanowej 100 w amerykańskim lotnictwie wojskowym[1]).

Nieustanny rozwój konstrukcji silników lotniczych idzie w kierunku stwarzania wysokosprężających jednostek o najwyższej sprawności, co właśnie wymaga — zwłaszcza przy starcie silnie obciążonych samolotów — paliwa o najwyższej odporności na stukanie. Przy wzroście liczby oktanowej z 92 do 100, moc silnika wzrasta, zależnie od typu, o 12 do 30%. Doświadczenia Enthyl Gasoline Co. wykazały, że paliwo o liczbie oktanowej powyżej 100 udziela silnikowi mocy większej o 250% w stosunku do mocy osiągniętej benzyną o liczbie oktanowej 70.

Bezpośredni wpływ większej mocy wysokosprężającego silnika, osiągniętej przez zastosowanie paliwa o najwyższej liczbie oktanowej jest mały przy średniej wysokości lotu (może wynosi 3%).

Ze wzrastającą wysokością lotu jednak równowaga przesuwa się na korzyść paliwa z wyższą liczbą oktanową. W wysokości 3 000 m, co jest równoznaczne z 30%-owym obniżeniem ciśnienia atmosferycznego, szybkość silnika zasilanego benzyną o liczbie oktanowej 100, wzrasta o 20%. Bass i Barnard obliczają, że stosowanie dro-

1) Klein „Aircraft Engine Performance with 100 octane fuel. „Journ. Aeronaut. Sciences, 1935, 2 (III).

giej benzyny o liczbie oktanowej 100 opłaca się nawet przy liniach transportowych. Uwzględniając zwiększoną nośność samolotu i mniejsze zapotrzebowanie paliwa[1]), korzyść rośnie — zależnie od warunków ruchu — o $2^1/_4$ do 8 centów amerykańskich na zużyty galon za każdą dodatkową jednostkę liczby oktanowej. Dlatego w Ameryce nie kalkuluje się ceny benzyny za galon, tylko na kilogram przewożonego towaru.

Największą bezsprzecznie wartość posiada paliwo o wysokiej odporności stukowej dla wojskowości. Stosowanie benzyny o wysokiej liczbie oktanowej pozwala na szybsze oderwanie się silnie obciążonego samolotu od ziemi, a tym samym na krótszy rozbieg. 20%-owy wzrost „take-off power" (mocy podnoszenia) redukuje długość rozbiegu o 45%. W związku z tym stoi możliwość zmniejszenia koniecznych rozmiarów lotnisk. Amerykańscy fachowcy obliczali, że samoloty stosujące benzynę o liczbie oktanowej 87 wymagają lotniska o wymiarze 600 akrów, zaś stosując paliwo o liczbie oktanowej 100, starczy lotnisko o powierzchni 180 akrów.

Powyższe wywody pokazują w dostatecznej mierze zalety wysokooktanowego paliwa dla silnika lotniczego. W dalszym ciągu wskaże się drogi, jakimi kroczy nowoczesna chemia, aby zaspokoić zapotrzebowanie takiego cennego materiału pędnego. Przede wszystkim należy pamiętać o tym, że za wyjątkiem spirytusu, kilku eterów oraz ke-

Tabela 1.
Węglowodory nasycone (C_nH_{2n+2}).

	Nazwa	Wzór	Liczba oktanowa	Temperatura wrzenia	Ciężar właściwy
C_4H_{10}	Butany				
	n-butan	$Me(CH_2)_2Me$	+91	0,6°	$0{,}600^{0°}$
	izo-butan	$CHMe_3$	+99	−10°	—
C_5H_{12}	Pentany				
	n-pentan	$Me(CH_2)_3Me$	+64	36°	$0{,}626^{20°}$
	izo-pentan	$CHMe_2-CH_2Me$	+90	28°	—
	tetrametylometan	CMe_4	+83	9,5°	—
C_6H_{14}	Heksany				
	n-heksan	$Me(CH_2)_4Me$	+59	69°	$0{,}659^{20°}$
	2-metylopentan	$CHMe_2(CH_2)_2Me$	—	60,4°	$0{,}658^{17°}$
	3-metylopentan	$CHMeEt_2$	—	64°	—
	2,2-dimetylobutan	CMe_2-CH_2Me	—	49,5°	—
	2,3-dimetylobutan	$CHMe_2-CHMe_2$	+95	50°	$0{,}651^{20°}$
C_7H_{16}	Heptany				
	n-heptan	$Me(CH_2)_5Me$	0	98°	$0{,}684^{20°}$
	2-metyloheksan	$CHMe_2Bu^{\alpha}$		90°	$0{,}707^{0°}$
	3-metyloheksan	$CHMeEtPr^{\alpha}$		92°	$0{,}687^{20°}$
	2,2-dimetylopentan	CMe_3Pr^{α}		79°	0,691
	2,3 „	$CHMe_2CHMeEt$		90°	—
	2,4 „	$CHMe_2-CH_2-CHMe_2$		81°	0,700
	3,3 „	CMe_2Et_2		86°	0,695
	3-etylopentan	$CHEt_3$		93°	—
	2, 2, 3-trimetylobutan	$CHMe_2-CMe_3$		81°	0,695
C_8H_{18}	Oktany				
	n-oktan	$Me(CH_2)_6-Me$	< 0	126°	0,703
	2, 2, 3-trimetylopentan	$CMe_3-CHMeEt$		110°	0,717
	2, 2, 4- „	$CMe_3-CH_2-CHMe_2$		99°	0,692

[1]) Przy liczbie oktanowej 100 zużycie paliwa spada o 10—15% w stosunku do benzyny o liczbie oktanowej 87.

tonów, a więc połączeń tlenowych i pominąwszy czteroetylek ołowiu oraz podobne domieszki, głównym zbiornikiem, z którego chemia czerpie paliwo dla nowoczesnego silnika jest olbrzymia klasa węglowodorów. Polska jest na szczęście w dostatecznej mierze wyposażona w źródła węglowodorów, posiadając złoża węgla kamiennego, ropę naftową, jako też gaz ziemny. Z tych surowców chemik potrafi stworzyć wszystkie rodzaje paliwa.

Właściwości ważniejszych klas węglowodorów.

Tabele 1—4 zawierają zestawienie najważniejszych klas węglowodorów. Z przytoczonych właściwości możemy się zorientować, które węglowodory mogą być cennymi składnikami paliwa silnikowego.

Tabela 2.
Węglowodory nienasycone (C_nH_{2n}).

Nazwa	Wzór	Liczba oktanowa	Temp. wrzenia 760 mm	Ciężar właściwy 15° C
1-buten	C_4H_8	+ 80	— 6°	—
2-buten	C_4H_8	+ 83	+ 1°	0,635
izobuten	C_4H_8	+ 87	— 6°	—
di-izobuten	C_8H_{16}	+ 84	103°	0,715
tri-izobuten	$C_{12}H_{24}$	+ 87	197°	—
di-izoamylen	$C_{10}H_{20}$	+ 75	—	—

Tabela 3.
Cykloparafiny (C_nH_{2n}).

Nazwa	Wzór	Liczba oktanowa	Temp. wrzenia 760 mm	Ciężar właściwy
metylocyklopentan	C_6H_{12}	+ 82	71,8°	0,749 (20°)
cyklohexan	C_6H_{12}	+ 77	80,8°	0.779 (19.8°)

Tabela 4.
Węglowodory aromatyczne (C_nH_{2n-6}).

Nazwa	Wzór	Liczba oktanowa	Temp. wrzenia 760 mm	Ciężar właściwy 15° C
benzol	C_6H_6	+ 97	80°	0,879
toluol	C_7H_8	+ 100	110°	0,872

Tabele te podają nam te właściwości poszczególnych przedstawicieli najważniejszych klas, które są ważne dla paliwa silnikowego. Należałoby więc zastanowić się, które z nich są obecne w naszych ropach i gazach ziemnych, względnie które z nich można wyzyskiwać dla syntezy wysokowartościowego paliwa silnikowego.

Gazy ziemne.

Jak wiadomo gazy uchodzące ze szybów ropnych, np. w Borysławiu nazywają się „mokrymi", ponieważ są nasycone parami benzynowymi, pochodzącymi z ropy. Natomiast gazy uchodzące ze szybów nie dających ropy, np. w Daszawie nazywane są „suchymi". Z mokrego gazu uzyskuje się rodzaj lekkiej benzyny, zwanej gazoliną, przez absorpcję w węglu aktywnym lub oleju chłonnym albo przez sprężanie gazu i następne wykroplenie benzyny. Odbenzynowany gaz zawiera zazwyczaj już tylko metan, etan i nieco propanu oraz znikome ilości wyższych węglowodorów. Gazolina zaś zawiera zwykle pewną ilość niskowrzących węglowodorów (propan, izobutan i butan), ulatniających się podczas magazynowania. Z tego powodu gazolina zwykle poddawana jest tzw. „stabilizacji", polegającej na frakcjonowaniu pod ciśnieniem i usuwaniu w ten sposób lotnych składników. Składniki te następnie zgęszczone (upłynnione) są pełnione do butli stalowych (lub nawet cystern) jako tzw. „gaz skroplony" i stanowią obecnie bardzo wartościowe paliwo. Te gazy skroplone są również produktem wyjściowym dla syntezy chemicznej.

W tabelach 5—9 podane są analizy kilku suchych i mokrych gazów ziemnych oraz gazów skroplonych, znajdujących się u nas w handlu. Odnośne analizy wykonane są przez frakcjonowanie w niskich temperaturach metodą Podbielniaka.

Tabela 5.
Analizy gazów suchych (% obj.).

	Daszawa	Roztoki
powietrze + N_2 + CO_2 .	1,5	0,0
metan	97,9	94,0
etan	0,6	3,4
propan	0,0	1,4
butan	0,0	0,7
pentan	0,0	0,5

Tabela 6.
Analizy gazów borysławskich odgazolinowanych (% obj.)[1].

	Zima	Wiosna	Lato
powietrze .	29,10	39,60	17,12
metan . . .	57,06	47,28	64,20
etan	6,87	5,91	6,6
propan . . .	5,28	5,74	8,4
n-butan . .	1,01	0,37	3,6
i-butan . . .	0,68	1,10	3,6

[1]) Badian i Hozer, Przegląd Chemiczny 1937, 304

Tabela 7.
Analizy gazów mokrych uchodzących ze szybów ropodajnych (% obj.) [1]).

	Gusher Bitków	Michał 2 Męcinka Krosno	Michał 5 Męcinka Krosno	Winnica 3 Krosno	Krościenko Niżne 43 Krosno	Krościenko Wyżne 6 Krosno	Bukowice 26 Borysław	Józef 1 Borysław
CH_4	86,86	89,07	87,57	86,67	85,70	84,76	83,82	74,47
C_2H_6	1,73	4,63	5,00	4,07	4,33	6,01	7,33	11,63
C_2H_8	1,37	1,77	3,16	3,28	4,58	2,67	5,14	6,07
Wyższe węglowodory obl. jako C_4H_{10}	—	0,82	0,83	1,63	2,44	2,86	2,04	6,97

Tabela 8.
Analizy gazów z gazoliniarń (% obj.).

		Pow. + CO_2	metan	etan	propan	n-butan	i-butan	Wyższe węglow.
Zofia	przed odgazolinowaniem	31,0	49,6	1,3	10,3	1,6	2,3	3,9
Mraźnica	po odgazolinowaniu	42,9	45,3	2,6	8,3	0,1	0,7	0,1
Irena	przed odgazolinowaniem	52,4	36,6	0,5	5,9	1,0	0,8	2,8
Tustanowice	po odgazolinowaniu	35,0	44,5	2,6	16,4	0,5	1,0	0,0
Union	przed odgazolinowaniem	38,1	48,4	0,7	7,1	0,7	2,1	2,9
Borysław	po odgazolinowaniu	35,7	56,8	2,4	4,5	0,0	0,6	0,2

Tabela 9.
Upłynnione gazy otrzymane przy stabilizacji gazoliny (% obj.).

	Firma A	Firma B	Firma C
propan . . .	80%	60%	50%
i-butan . . .	10%	30%	43%
n-butan . .	10%	10%	7%

Tabela 10.
Gazoliny z gazu borysławskiego (% wag.).

	Niestabilizowana	Stabilizowana
propan	0,0	0,0
i-butan	1,5	0,2
n-butan	13,9	11,2
pentany i wyższe : .	84,6	88,6

Benzyny frakcyjne.

Przechodząc obecnie do benzyn frakcyjnych należy zaznaczyć, że ich skład chemiczny zależy od charakteru ropy, z której pochodzą i tym samym waha się w dość szerokich granicach (Tabela 11 [1]).

Tabela 11.
Chemiczny skład benzyn frakcyjnych.

Benzyna z ropy	Olefiny	Aromaty	Nafteny	Parafiny
Borysław . .	0,3%	17,0%	15,7%	67,0%
Schodnica . .	0,7%	9,3%	21,1%	68,9%
Bitków . . .	0,7%	13,5%	12,9%	72,9%
Grabownica .	2,8%	7,5%	21,3%	68,4%
Rosulna . .	1,7%	14,0%	19,6%	64,7%
Harklowa . .	1,3%	9,4%	28,2%	61,1%
Krosno . . .	0,7%	11,0%	26,1%	62,2%

Stosownie do rozmaitego składu chemicznego benzyn frakcyjnych (straight run), otrzymanych z rop polskich, wahają się ich liczby oktanowe między 60—70 (dla benzyn lotniczych). Ich odporność przeciwstukowa jest więc średnia. Najlepiej pod tym względem zachowują się benzyny z rop aromatyczno-naftenowych (np. Potok, Rymanów). Ropa borysławska posiada, jak wynika z przyto-

[1]) Kling, Bekówna i Kirschbaum, Przemysł Chemiczny 1932, 107.

[1]) Winkler „O metodzie badania i składzie chemicznym frakcji benzynowej rop polskich", Przemysł Naftowy 1930, 6, 32.

czonej analizy, stosunkowo dużo węglowodorów aromatycznych i warto przypomnieć, że podczas wojny światowej wyrabiano nitrobenzol i nitrotoluol z odpowiedniej frakcji benzyny borysławskiej.

Przytoczone powyżej analizy gazów ziemnych oraz benzyn ropnych wskazują, że nasze naturalne surowce dostarczają w przeważającej mierze węglowodorów nasyconych o prostych łańcuchach węglowych, posiadających stosunkowo małą wartość przeciwstukową. W pirolizie mamy jednak doskonały środek do izomeryzacji, ewentualnie z równoczesnym odszczepieniem wodoru, przez co możemy uzyskać olefiny, jako też węglowodory o łańcuchach rozgałęzionych, które pod względem odporności na stukanie stoją znacznie wyżej od wspominanych węglowodorów o prostym łańcuchu.

Benzyny krakowe.

Tuż przed wybuchem wojny światowej wprowadzono w Stanach Zjednoczonych destylację krakową na skalę przemysłową. Chodziło wówczas nie o uzyskanie benzyny o określonym składzie chemicznym, lecz o powiększenie wydajności benzyny wogóle przez rozszczepianie cięższych frakcyj ropnych.

Przemysł krakowy rozwinął się w Ameryce w bardzo szybkim tempie. Z olbrzymim rozmachem i dużym nakładem pracy chemików i konstruktorów opracowano szereg systemów krakowych, z których każdy posiadał swoje zalety jakoteż wady. W ostatnich latach jednak można zauważyć, że zainteresowanie świata technicznego koncentruje się na dwóch czy trzech głównych systemach krakowych.

Zasadniczo można rozróżnić dwa rodzaje systemów destylacji rozkładowej: krakowanie we fazie płynnej (liquid phase cracking) w temperaturze 400°—500° i krakowanie we fazie parowej (vapor phase cracking) w temperaturze 500°—600°. Różnica polega na tym, że destylacja rozkładowa we fazie parowej dostarcza więcej nienasyconych węglowodorów oraz większej ilości gazów. Stoi to w związku z silniejszymi chemicznymi zmianami surowca, spowodowanymi przez wyższą temperaturę rozkładu.

Tabele 12 i 13 dają charakterystyczny przykład składu chemicznego gazów oraz benzyn, pochodzących z destylacji rozkładowej we fazie płynnej (System Cross, względnie Dubbs), oraz we fazie parowej (System Gyro[1]).

[1]) Wagner, Rafiner 1930, 6, 70.

Tabela 12.
Skład chemiczny gazów krakowych

	System Cross	System Gyro
metan + wodór . . .	46,3%	35,4%
etylen	1,2%	22,9%
etan	16,6%	13,3%
propylen	5,3%	18,1%
propan	16,2%	0,0%
butyleny i butadieny .	4,3%	5,5%
butany	6,1%	1,4%
wyższe węglowodory .	3,7%	3,4%

Tabela 13.
Skład chemiczny benzyn krakowych

	System Dubbs	System Gyro
olefiny i diolefiny . .	15—30%	45—50%
aromaty	15—25%	40—45%
nafteny	15—30%	5—15%
parafiny	30—40%	ślady

Tabele 14—16 podają przykłady analizy gazów i benzyn pochodzących z jednej z krajowych destylacyj rozkładowych, pracującej we fazie płynnej (bez recyrkulacji). Analizy wykonano metodą Podbielniaka.

Tabela 14.
Skład chemiczny gazów z destylacji krakowej Cross.

metan i wodór .	45,70%	obj.
etan i etylen . .	2,04%	„
propan	4,40%	„
propylen	1,76%	„
butany i butyleny	39,00%	„
pentany i wyższe	7,10%	„

Tabela 15.
Skład chemiczny benzyny z destylacji krakowej Cross.

metan	—	
etan i etylen . .	—	
propan i propylen	—	
butany i butyleny .	3,62%	obj.
pentany i penteny .	5,45%	„
wyższe węglowod.	90,93%	„

Tabela 16.
Skład chemiczny benzyny z destylacji krakowej Cross.
(Analiza metodą Riesenfeld-Bandte'go).

olefiny	18,1%	obj.
nafteny	10,0%	„
aromaty	4,0%	„
alifaty nasycone .	57,0%	„

Chemizm rozkładu cięższych węglowodorów na niżej wrzące jest tak skomplikowany, że nie sposób w ramach tego referatu przedstawić bodaj z grubsza najważniejsze zachodzące tutaj reakcje.

Wobec olbrzymiej różnorodności jednostek chemicznych, znajdujących się w wyższych frakcjach ropnych i wobec braku znajomości ich składu oraz mnogości zachodzących przy pirolizie równoczesnych reakcji, wydaje się mało prawdopodobne, aby kiedykolwiek powiodło się w zupełności zbadać właściwy przebieg wszystkich tych reakcyj. Nieco światła w ten zawiły problem wnieśli amerykańscy uczeni przez badanie reakcyj, zachodzących przy pirolizie kilku pojedyńczych niższych węglowodorów z zastosowaniem różnych warunków.

Pod kątem widzenia fabrykacji paliwa o wysokiej odporności na stukanie ważne jest, że destylacja rozkładowa dostarcza kilku nienasyconych węglowodorów o krótkim łańcuchu, z których, jak poniżej wykażemy, można syntetyzować paliwa o najwyższej wartości.

Selektywna ekstrakcja benzyn.

Zastanawiano się również, czy za pomocą selektywnych rozpuszczalników nie możnaby z benzyny krakowej wyciągnąć pożądanych węglowodorów aromatycznych i nienasyconych, otrzymując w ten sposób wartościowy materiał pędny. Do ekstrakcji wysokooktanowej benzyny z destylatów krakowych nadaje się znakomicie sposób wedle Edeleanu, stosujący jako rozpuszczalnik SO_2 w temperaturach między -18^0 a -50^0 C. Wedle Egloffa wydajność i liczba oktanowa otrzymanej benzyny jest funkcją stosowanej temperatury. (Tabela 17).

Tabela 17.
Selektywna ekstrakcja benzyny krakowej za pomocą SO_2.

	Surowiec	Otrzymana benzyna	
Zużyto SO_2	—	40% obj.	40% obj.
Temp. ekstrakcji . .	—	-18^0 C	-50^0 C
Wydajność	—	12,5% obj.	9,1% obj.
Liczba oktan. (CFR Metod)	poniżej 41	82,6	91,0
Parafiny	74,9% obj.	22,0% obj.	7,5% obj.
Olefiny i aromaty .	9,5% „	70,7% „	89,1% „

Polimeryzacja gazów krakowych.

Wspomniane powyżej sposoby przeróbki ropy i gazu ziemnego pozwalają, jak wykazano, na otrzymanie w pewnych warunkach dobrego paliwa dla silnika benzynowego, jego ilość jest jednak mniej lub więcej ograniczona ilością wydobytej z ziemi ropy względnie gazu i odporność na stukanie tego paliwa nie osiąga tej wysokości, jakiej wymagają nowoczesne silniki wysokosprawne. To też w ostatnich latach zainteresowanie chemików naftowych skupia się na gazach krakowych, dotychczas przeważnie spalanych, a przedstawiających olbrzymie możliwości w kierunku zużytkowania zawartych w nich wysokoreaktywnych węglowodorów. Oddawna wiadomo, że niskomolekularne związki nienasycone łatwo łączą się ze sobą, tworząc zależnie od temperatury, ciśnienia, czasu reakcji itd. całą skalę interesujących związków. Pierwszorzędne znaczenie w tej dziedzinie posiadają prace rosyjskiego badacza Ipatiewa, który już w r. 1911 stwierdził, że tak etylen jak i izobutylen w temperaturach między 380^0 a 400^0 pod ciśnieniem 70 atm. polimeryzują się na ciecz, złożoną z węglowodorów parafinowych, olefinowych i naftenowych.

Przeprowadzone na szeroką skalę syntetyczne badania naukowe amerykańskich chemików doprowadziły w ostatnich latach do takiego opanowania chemizmu zachodzących tu reakcyj, że wspomnianą polimeryzację niższych olefinów można skierować w każdym pożądanym kierunku. W ten sposób powstało pojęcie „selektywnej rafinacji". Zwłaszcza pewne węglowodory, posiadające najcenniejsze właściwości jako składniki paliwa lotniczego stały się celem tego procesu. Są to izopentan, izooktan oraz pewne etery i ketony. Warunki powstawania tych węglowodorów są poniżej omówione.

Przy użyciu katalizatorów celem przyspieszenia polimeryzacji stosowanie podanych wysokich temperatur jako też ciśnień staje się niekonieczne. Jednym z najdawniej znanych katalizatorów polimeryzacyjnych jest stężony kwas siarkowy. Jako produkt przejściowy powstaje tutaj prawdopodobnie ester kwasu siarkowego, który — reagując z drugą drobiną olefinu — stwarza węglowodór trzeciorzędny, odrzucając zregenerowany kwas siarkowy.

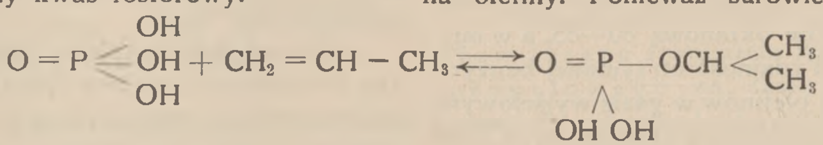
$$\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}>C=CH_2+H_2SO_4\longrightarrow\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}>C<\begin{matrix}CH_3\\O\,SO_3H\end{matrix} \qquad 1)$$

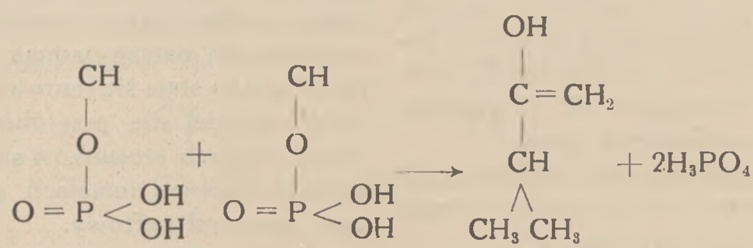
$$\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}>C<\begin{matrix}CH_3\\O\,SO_3H\end{matrix}+\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}>C=CH_2\longrightarrow H_2SO_4+\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}>CH-C\begin{matrix}CH_3\\CH_3\\CH_3\end{matrix} \qquad 2)$$

Innym znakomitym katalizatorem polimeryzacyjnym jest chlorek glinu. Zachodzące przy tym reakcje tłumaczy Ipatiew również przez powstawanie z chlorku glinu i olefinów związków addytywnych, które łatwo rozpadają się, przy czym olefiny w statu nascendi reagują ze sobą, tworząc polimeryzaty np.

$$2AlCl_2 . (CH_2 - CH_2) . Cl \longrightarrow$$
$$\longrightarrow 2AlCl_3 + CH_3 - CH_2 - CHCH_2$$

Ze wszystkich znanych katalizatorów polimeryzacyjnych uzyskał jednak największe znaczenie dzięki genialnym pracom Ipatiewa i jego współpracowników kwas fosforowy. Odnośny mechanizm reakcyjny polega prawdopodobnie na tworzeniu się estrów z olefinów kwasu fosforowego. Dwie drobiny estru łączą się ze sobą, przy czym powstaje węglowodór nienasycony o podwójnej wielkości oraz wolny kwas fosforowy.


3)


4)

Powstałe większe węglowodory olefinowe polimeryzują się w podobny sposób na coraz wyżejdrobinowe produkty, przy czym kwas fosforowy jako katalizator nie traci swej aktywności. Fakt ten, jakoteż okoliczność, że kataliza przy pomocy kwasu fosforowego prowadzi polimeryzację gazowych olefinów głównie w kierunku powstawania niskowrzących, bardzo odpornych na stukanie benzyn (w przeciwieństwie do $AlCl_3$ i H_2SO_4, które sprzyjają powstawaniu wyżejdrobinowych, żywicznych produktów) spowodował, że proces ten znajduje coraz szersze zastosowanie w przemyśle.

W połowie roku 1937 wytwarzano przez polimeryzację gazów krakowych 1 500 000 ton benzyny o liczbie oktanowej 76 do 100. W tym samym roku znajdowało się w Stanach Zjednoczonych lub było w trakcie budowy 17 instalacyj, w tym:

10 instalacyj, pracujących sposobem katalitycz. fmy Univer. Oil Products Co	545 000 gal. na dobę
5 instalacyj, pracujących sposobem termicznym fmy Polymeris. Process Corp.	300 000 „ „ „
2 instalacje, pracujące sposobem termicznym firmy Pure Oil Comp. . . .	155 000 „ „ „
Razem .	1 000 000 gal. na dobę

Poza Stanami istniało w r. 1937 czternaście instalacyj, z tego 11 sposobem Universal Oil Prod. Co (Rosja 3, Rumunia 2, a po jednej w Iranie, Niemczech, Holandii, Trynidad, Sumatra i Curačao) Sposobem Pure Oil Co. pracowały w tym roku poza Stanami po jednej instalacji w Japonii, Iranie i Argentynie.

Sposób „Unitary Thermal" firmy Polymerisation Process Corporation [1]) wytwarza w temperaturach 510°—593° C pod ciśnieniem 70—120 atm. bez katalizatorów benzynę i olej gazowy z gazów olefinowych lub parafinowych. Produktem wyjściowym są gazy ziemne lub rafineryjne, a w szczególności węglowodory zawierające trzy i cztery atomy węgla. Węglowodory nasycone muszą być poddawane przed polimeryzacją pirolizie lub dehydrogenizacji celem zamiany na olefiny. Ponieważ surowiec gazowy zawiera oprócz węglowodorów C_3 i C_4 też dużą ilość niższych oraz wyższych węglowodorów, należy najpierw drogą absorpcji oraz następnej kondensacji przygotować gaz o dużej koncentracji potrzebnych węglowodorów C_3 i C_4. Proces „Unitary Thermal" daje 1 300—1 500 litrów płynnego polimeryzatu na 1 000 m³ gazu wyjściowego. Otrzymana benzyna ma liczbę oktanową nie wyższą jak 76, jednak w mieszaninie z benzyną frakcyjną z destylacji ropy podnosi odporność przeciwstukową w stopniu, który odpowiada wartości jej liczby oktanowej 83—92. Dodatek czteroetylku ołowiu nie ma wpływu na liczbę oktanową benzyny polimeryzacyjnej, niemniej mieszanina tejże z benzyną frakcyjną wymaga znacznie mniej $Pb(C_2H_5)_4$ dla osiągnięcia pożądanej liczby oktanowej, aniżeli sama benzyna frakcyjna.

Sposób polimeryzacji wielozwojowej (multiple coil) firmy Pure Oil Co [2]) pracuje w temperaturze 480°—540° C i pod ciśnieniem 42 do 56 atm. Jako surowiec służą gazy parafinowe i nienasycone. Otrzymane w pierwszym stopniu gazy metanowe są następnie krakowane przy temperaturze powyżej 704° i w końcu polimeryzowane

[1]) Gary, World Petr. 1935 (612).

[2]) Cooke, Swanson i Wagner, Nat. Petr. News, 1935, Nr 47, 33.

przy 620°—700° C pod ciśnieniem 3,5—5,3 atm. Jeśli stosowana temperatura reakcji leży blisko dolnej granicy, otrzymana benzyna sama posiada liczbę oktanową ok. 79, zaś w mieszankach ok. 96. Przy najwyższych temperaturach reakcji można uzyskać benzynę, której liczba oktanowa w mieszankach odpowiada 105 do 135. Wydajność benzyny wynosi ok. 3,7 gal. na 100 stóp sześciennych przerobionego gazu.

Sposób katalitycznej polimeryzacji firmy Universal Oil Products Co[1]) opiera się na znanych pracach Ipatiewa. Jako materiał surowy służą gazy krakowe i zdehydrogenizowany propan-butan. Gazy krakowe podlegają polimeryzacji w temp. 232° i ciśnieniu ok. 14 atm. w obecności stałego kwasu fosforowego. Frakcję butano-propanową dehydrogenizuje się przy 510° C pod ciśnieniem atmosferycznym. Otrzymane paliwo samo ma liczbę oktanową 80—85, a w mieszankach 90—135. Wydajność otrzymanej benzyny zależy od zawartości olefinów w gazie wyjściowym. Jeśli ten zawiera 36% propylenu i butylenów, z 1 000 stóp gazu otrzymuje się ok. 8 galonów benzyny, a przy katalitycznej hedydrogenizacji propanu i butanu z gazów odpadkowych polimeryzacji, podwyższa się wydajność benzyny na ok. 12 galonów benzyny z 1 000 stóp sześciennych gazu.

Tabela 18 podaje wydajność benzyny polimeryzacyjnej w zależności od zawartości propylenu i butylenów w gazach krakowych[2]).

Tabela 18.
Zależność wydajności benzyny polimeryzacyjnej od zawartości olefinów w gazach krakowych

propylenu i butylenu	litrów benzyny na 100 m^3 gazu
14,1%	31,5
17,8%	39,0
18,0%	40,5
18,9%	48,0
21,3%	55,0
24,1%	64,0
27,5%	76,0
34,4%	95,0
41,0%	120,0

Sposób katalitycznej polimeryzacji firmy Universal Oil Products Co znajduje ze względu na niską temperaturę i małe ciśnienie robocze coraz to szersze zastosowanie w Stanach Zjednoczonych. Metodą tą przerabiane są gazy ziemne oraz krakowe i gazy pochodzące z różnych systemów destylacyjnych względnie stabilizacyjnych. W ten sposób gazy te, używane przedtem głównie na cele opałowe, znalazły nie tylko daleko ekonomiczniejsze zużytkowanie, ale pozwalają obecnie na fabrykację lekkiego materiału pędnego dla silnika lotniczego o nieosiągalnych dotychczas zaletach.

O rentowności sposobów polimeryzacji gazów nienasyconych świadczy chyba fakt wybudowania w Ameryce w ciągu ostatnich 2—3 lat całego szeregu fabryk. To też amerykański przemysł naftowy nazwał lata 1935 i 1936 „latami gazowymi". Koszt budowy instalacji polimeryzacyjnej wynosi od 500 000 $ do 1 000 000 $, przeciętnie 80—150 $ na tonę rocznej produkcji benzyny polimeryzacyjnej.

Ze względu na niską liczbę oktanową benzyn frakcyjnych, sprawa fabrykacji benzyny polimeryzacyjnej z naszych gazów ziemnych i rafineryjnych posiada dla Polski duże znaczenie. Pomijając wysokie koszta inwestycyjne instalacji polimeryzacyjnej należy jednak wziąć pod uwagę, że fabryka taka staje się rentowną dopiero przy pewnej dość wysokiej sile przeróbczej, co przy uwzględnieniu naszych stosunków stawia pod znakiem zapytania budowę instalacji polimeryzacyjnej przez nasz przemysł naftowy.

Wszystkie procesy polimeryzacyjne wymagają jak największej koncentracji olefinów, zwłaszcza propylenu i butylenów, w gazie wyjściowym. Wobec tego zachodzi konieczność zamiany węglowodorów metanowych na nienasycone z możliwie największą wydajnością obu wymienionych olefinów. Najważniejszą z całego szeregu wchodzących tu w rachubę reakcji jest dehydrogenizacja propanu i butanu.

Tropsch, Thomas i Egloff[1]) badali termiczny rozkład propanu w temperaturach od 555° do 285° C pod ciśnieniem 50 atmosfer, przy czym stwierdzili, że przy procesie tym zachodzą obok siebie następujące reakcje, biorące udział w podanym stosunku:

$$C_3H_8 \longrightarrow C_3H_6 + H_2 \; . \; . \; . \; . \; . \; 6{,}8\%$$
$$C_3H_8 \longrightarrow C_2H_4 + H_4 \; . \; . \; . \; . \; . \; 22{,}0\%$$
$$2C_3H_8 \longrightarrow C_3H_6 + C_2H_6 + CH_4 = 54{,}0\%$$

Przy pirolizie butanów tworzy się metan, etan, etylen, propylen i butyleny. Neuhaus i Marek[2]) znaleźli następujące równowagi:

---

[1]) Ipatiew i Egloff, Nat. Petr. News. 1935, 15. V. Ipatiew, Corson i Egloff, Ind. Eng. Chem. 1935, 1 077. Egloff, Nat. Petr. News. 1935, 20. XI.

[2]) Egloff, Oil & Gas Journ. 1936, (15. X.).

[1]) Ind. Eng. Chem. 1936, 324.

[2]) Ind. Eng. Chem. 1932, 400.

Tabela 19.

Temperatura	Ilość powstających moli na 100 moli przereagowanego butanu	
	600° C	650° C
CH_4 i CH_6	48,5	48,0
C_2H_6 i C_2H_4	34,5	37,7
H_2 i C_4H_8	16,0	12,3

Polimeryzacja katalityczna pozwala nie tylko na fabrykację wysokooktanowej benzyny syntetycznej, ale potrafi nawet wytwarzać poszczególne indywidua węglowodorowe przez tzw. s e l e k t y w n ą p o l i m e r y z a c j ę. I tak np. udało się otrzymać z izobutylenu, produktu dehydrogenizacji izobutanu, diizobutylen o liczbie oktanowej 84. Węglowodór ten można drogą hydrogenizacji zamienić na izooktan o liczbie oktanowej 100. (Wzór 5, 6).

Mieszanina tych trójmetylopentenów nosi nazwę „d i z o b u t y l e n" (l. okt. 84). Mieszanka diizobutylenów hydrogenizowana daje i z o o k t a n (2, 2, 4-trójmetylopentan). (Wzór 7).

tezy idą też w innych kierunkach. Tak np. w ostatnich latach chemicy amerykańscy zwrócili uwagę na właściwości przeciwstukowe e t e r ó w.

Tabela 20 podaje właściwości fizyczne kilku przedstawicieli tej klasy, dających się otrzymać z gazów krakowych.

Tabela 20.

W ł a ś c i w o ś c i e t e r ó w.

E t e r	Temp. wrzenia	Ciężar właściwy	Liczba oktanowa
dwuizopropylowy .	68°	0,722	101
metylo-3 butylowy .	55°	0,735	111
etylo-3 butylowy . .	72°	0,736	115
metylo-3 amylowy .	86°	0,754	108
etylo-3 amylowy . .	101°	0,759	112

Przed rokiem firma S t a n d a r d O i l o f N e w J e r s e y rozpoczęła fabrykację e t e r u i z o p r o p y l o w e g o na skalę przemysłową. Obliczono, że z gazów krakowych wszystkich istniejących rafineryj świata możnaby otrzymać tyle eteru izopropylowego, że mieszając 40% tego eteru z 60% zwyczajnej benzyny lotniczej i dodając 3 cm^3 cztero-

$$\begin{array}{ccccccccc} & & CH_3 & & & CH_3 & & CH_3 & \\ & & | & & & | & & | & \\ CH_3 & - & C = CH_2 & \longrightarrow & CH_3 - & C & - CH_2 - & C & = CH_2 \\ & & & & & | & & & \\ & & & & & CH_3 & & & \end{array} \qquad 5)$$

2, 2, 4-trójmetylopenten (4)

$$\begin{array}{ccccccccc} & & CH_3 & & & CH_3 & & CH_3 & \\ & & | & & & | & & | & \\ CH_3 & - & C = CH_2 & \longrightarrow & CH_3 - & C & - CH = & C & - CH_3 \\ & & & & & | & & & \\ & & & & & CH_3 & & & \end{array} \qquad 6)$$

2, 2, 4-trójmetylopentan (3)

$$\begin{array}{ccccc} & CH_3 & & CH_3 & \\ & | & & | & \\ CH_3 - & C & - CH_2 - & CH & - CH_3 \\ & | & & & \\ & CH_3 & & & \end{array} \qquad 7)$$

Sposób ten[1]) znany przez wynalazców Ipatiewa i Komarewskiego h y d r o p o l i m e r y z a c j ą streszcza się do polimeryzacji butylenów z równoczesnym uwodornieniem w obecności katalizatora, składającego się z kwasu fosforowego, tlenku niklu i żelaza.

Etery i alkohole.

Starania chemików zastąpienia benzyny ropnej jako paliwa dla silnika lotniczego przez indywidua chemiczne, otrzymane celowo drogą syn-

[1]) Ind. Eng. Chem. 1937, 958.

etylku ołowiu, możnaby otrzymać rocznie ok. trzech milionów ton paliwa silnikowego o liczbie oktanowej 100. Zauważyć należy, że eter izopropylowy wrzący w temperaturze 68° C, mieszany z izooktanem znakomicie wyrównuje nieco małą lotność tegoż.

Charakterystyczną cechą wszystkich wspomnianych tutaj syntetycznie otrzymanych indywiduów chemicznych (np. izooktan, eter izopropylowy itd.) jest, że w mieszance z normalną benzyną lotniczą wykazują one wyższą liczbę oktanową, aniżeli odpowiada ich indywidualnej liczbie oktanowej. To samo zjawisko wykazują też alkohole (tabela 21).

Tabela 21.
Liczby oktanowe alkoholi w mieszance z benzyną lotniczą.

	metyl.	etyl.	n-butyl.	izobutyl.	3-butyl.	3-amyl.
alkohole same	98,0	99,5	87,5	87,5	> 100	> 100
25% alkoh. + 70% benz. (liczba oktanowa 70)	89,0	88,5	81,5	82,0	83,5	84,5
25% alkoh. + 70% benz. (l. ok. 70) + 3% Pb $(C_2H_5)_4$ na galon	95,0	89,5	87,5	87,0	97,0	92,5

Czteroetylek ołowiu.

Zanim jeszcze w Ameryce opracowano sposoby syntezy wysokooktanowych węglowodorów i spolimeryzowanych benzyn wprowadzono w przemyśle naftowym czteroetylek ołowiu, najważniejszy ze wszystkich antydetonatorów. Związek ten, podobnie jak inne lecz mniej skuteczne organiczne połączenia ciężkich metali już w małych dawkach silnie podwyższa odporność przeciwstukową benzyny. Ponieważ jednak powstający przy spalaniu benzyny tlenek ołowiu działa korodująco na cylinder, miesza się $Pb(C_2H_5)_4$ z organicznymi haloidkami. W ten sposób powstają haloidki ołowiu, które razem z gazami spalinowymi usuwane są z komory spalinowej. Ponadto dodaje się do czteroetylku ołowiu drobną ilość aminy, zapobiegającej utlenianiu oraz barwika przeciwdziałającego fotochemicznemu rozkładowi czteroetylku. Takiej mieszanki przeciwstukowej, zwanej w Ameryce „ethyl-fluid", używa się również w Polsce do podniesienia liczby oktanowej benzyn lotniczych.

Spirytus i benzol.

Ogólnie znane jest, że domieszanie spirytusu oraz benzolu do benzyny lotniczej silnie podnosi jej odporność przeciwstukową. W Polsce domieszki te stosuje się od kilku lat, tak że szersze omówienie zalet i wad tych domieszek na tym miejscu nie jest potrzebne. Tabela 22 podaje skład właściwości kilku takich mieszanek oraz użytych do ich sporządzenia polskich benzyn.

Problem zaopatrywania lotnictwa w potrzebne ilości spirytusu i benzolu, jako domieszek przeciwstukowych do benzyny, pozornie nie wymaga nowych wysiłków chemika, ponieważ przemysł rolniczy dostarcza pod dostatkiem spirytusu a przemysł węglowy benzolu. Może jednak nadejść chwila, kiedy surowce te będą albo niewystarczające albo też potrzebne dla innych celów. Wówczas należy pamiętać o tym, że chemia organiczna zna sposoby otrzymywania również alkoholi i aromatów z gazów krakowych. Udało się syntetyzować tym sposobem prawie wszystkie alkohole od etylowego do cetylowego. W r. 1936 wyrobiono w U. S. A. 10 milionów galonów spirytusu z gazów krakowych.

Cyklizacja parafin.

Co do węglowodorów typu benzolowego, to posiadamy w „cyklizacji parafin" reakcję pozwalającą na otrzymywanie benzolu, toluolu i ksyloli z n-heksanu, heptanu i oktanu w ilości prawie teoretycznej. Również metan może służyć do fabrykacji aromatów.

Prace F. Fischera oraz Stanleya i Nasha wykazały, że metan pod wpływem krótkotrwałego ogrzewania do temperatury powyżej 1000° C tworzy węglowodory typu benzolo-

Tabela 22.
Właściwości benzyn oraz mieszanek benzyny z benzolem i spirytusu.

	Gazolina	Frakcja gazoliny	Benzyna frakcyjna	Benzyna krakowa	Benzyna krakowa lotnicza	Mieszanka spirytusowa	Mieszanka spirytusowa	Mieszanka benzolowa
Ciężar właściwy . .	0,674	0,745	0,705	0,740	0,702	0,729	0,724	0,798
Granice wrzenia .	25°—135°	95°—107°	43°—130°	35°—200°	39°—140°	34°—198°	33°—188°	55°—175°
Liczba oktanowa . .	71	60	69	64	72	92	78	76
Skład . . .	—	—	—	—	—	— 45% benzyny 29% gazoliny 26% spirytusu	— 47% benzyny 35% gazoliny 17% spirytusu	— 55% benzyny 45% benzolu

wego przy dobrej wydajności. Mechanizm tej reakcji polega prawdopodobnie na przejściowym powstaniu labilnych rodników $-CH_3$, $=CH_2$ i $\equiv CH$, które następnie łączą się w pierścienie aromatyczne.

Synteza benzyny wg Fischera i Tropscha.

Wspomniane prace Fischera stanowią tylko jeden człon w łańcuchu długoletnich badań wymienionego nad otrzymaniem ciekłych paliw i smarów z węgla. Punktem kulminacyjnym i zarazem największym sukcesem było otrzymanie benzyny syntetycznej, tzw. „syntyny“ względnie „kogazyny“ przez Tropscha i Fischera z mieszanki tlenku węgla i wodoru (gazu wodnego). W obecności pewnych złożonych katalizatorów (Fe, Co, Ni) reakcja ta zachodzi już przy ciśnieniu atmosferycznym i w temperaturze poniżej 250° C. Oprócz benzyny powstają niemal wszystkie frakcje naturalnej ropy, nie wyłączając wysokotopliwej parafiny. Otrzymana benzyna składa się z węglowodorów nasyconych o prostych łańcuchach i wobec tego ma niską liczbę oktanową. Niemcy przywiązują duże nadzieje do sposobu Fischera-Tropscha i pomimo obecnego braku rentowności koncern „Ruhrchemie“ buduje olbrzymie instalacje, w których tym sposobem mają być wytwarzane benzyna, olej dieslowy, oleje smarowe, parafina itd.

Hydrogenizacja węgla.

Jeżeli jest już mowa o węglu jako surowcu do fabrykacji paliwa dla silników benzynowych i olejowych, należy jeszcze krótko wspomnieć o metodach wysokociśnieniowej hydrogenizacji węgla. Sposób ten już w r. 1923 zgłoszony do patentu przez Bergiusa, pracował pierwotnie bez katalizatorów. Po wojnie światowej I. G. Farbenidustrie rozwinęła go, zastosowując różne katalizatory. W ciągu długoletnich badań udało się chemikom tego koncernu pod wodzą Kraucha i Piera, znanych mistrzów procesów katalitycznych tak opanować odnośne reakcje, że fabrykacja syntetycznych paliw i smarów (w dalszym ciągu też tłuszczów i mydła) z węgla nie jest dziś już zagadnieniem technicznym, tylko problemem rentowności. Rządy wszystkich krajów nie posiadających dużych złóż ropnych, zwłaszcza Anglia i Japonia gorliwie popierają rozwinięcie sposobów fabrykacji paliwa i smarów z węgla.

Synteza paliwa dla silnika Diesel'a.

Okoliczność, że do napędu samolotów stosuje się prawie wyłącznie tzw. silnik wybuchowy spowodowała, że główne zainteresowanie chemików skoncentrowało się dotychczas na dostarczaniu lotnictwu jak najlepszej „benzyny silnikowej“. Niektóre symptomy jednak zdają się wskazywać na to, że już w niedalekiej przyszłości nastąpi koniec dalszego rozwoju silnika benzynowego i zacznie się era silnika kompresyjnego (Diesel'a). Autor omówił już w poprzednich rozdziałach różnicę wymagań stawianych paliwom dla obu tych typów silników. Przy sposobności przedstawienia nowych sposobów fabrykacji paliwa „benzynowego“, poruszono też kilkakrotnie kwestię syntetycznego paliwa dla silnika olejowego. Ponieważ olej napędowy dieslowy powinien posiadać możliwie charakter nasycony i tym samym wysoką liczbę cetenową, sposób Fischera i Tropscha oraz wysokociśnieniowa hydrogenizacja węgla i wysokomolekularnych frakcyj ropnych, są jak się zdaje przeznaczone do dostarczania w razie braku ropy potrzebnych tutaj surowców. Natomiast piroliza olejów mineralnych z powodu niskiej liczby cetenowej otrzymanych destylatów w tym wypadku posiada mniejsze znaczenie. Nie brak jednak prób ekstrakcji z destylatów krakowych za pomocą selektywnych rozpuszczalników, zwłaszcza bezwodnikiem kwasu siarkowego, wartościowych dla silnika Diesel'a węglowodorów nasyconych [1]).

Nowe sposoby otrzymania olejów smarowych.

W poprzednich rozdziałach niniejszego referatu autor starał się wykazać, w jaki sposób i w jakiej mierze chemia współpracuje przy wytwarzaniu nowych typów paliw dla silnika lotniczego, bądź też przez uszlachetnienie lub przemianę naturalnych mieszanek węglowodorowych, bądź też przez celową syntezę indywiduów chemicznych. Obecnie zwrócimy jeszcze uwagę na nie mniej ciekawą dziedzinę nowych sposobów otrzymania olejów smarowych dla celów lotniczych. Podobnie jak to było przy benzynie lotniczej, również i olej lotniczy rozwinął się z oleju samochodowego. Praca silnika lotniczego, odbywająca się w trudniejszych warunkach, stawiała jednak zaostrzone wymagania, zwłaszcza co do wytrzymałości oleju na tzw. starzenie. Pod tym pojęciem rozumie się odporność oleju na utlenianie, a co za tym idzie zmniejszoną skłonność do wytwarzania asfaltu oraz koksu w wysokich temperaturach. Celem badania tej odporności olejów smarowych opracowano szereg metod oznaczenia procesu starzenia, jak np. testu angielskiego ministerstwa lotnictwa, Sligh-test, Indiana-test i in.

Okazało się, że im więcej olej w stosunku do swej lepkości zawiera wodoru, tym odporniejszy jest na oksydację, koksowanie i szlamowanie. Również „płaskość“ krzywej wiskozy ze wzrostem

[1]) Steffen i Saegebarth, Refiner 1938, Nr 1.

temperatury (indeks wiskozowy) jest funkcją stopnia nasycenia oleju. To też niektóre oleje smarowe pochodzące z rop pensylwańskich (posiadające 13,0 do 13,5% wodoru) odznaczają się niskim ciężarem właściwym (0,88 do 0,89), wysokim indeksem wiskozowym i znaczną odpornością na starzenie. Od dawna jest wiadome, że skład chemiczny większej ilości rop różni się tylko stosunkiem procentowym poszczególnych klas węglowodorów; to też chemicy amerykańscy podjęli starania rozłożenia odpowiednich frakcyj ropnych za pomocą selektywnie działających rozpuszczalników na poszczególne grupy węglowodorowe celem wyizolowania pożądanych. O zakroju tych prac świadczy fakt zbadania przez Ferrisa z Towarzystwa Atlantic Refining Co. 110 różnych rozpuszczalników na ich zdolność w tym kierunku. Współzawodnictwo dużych amerykańskich koncernów naftowych doprowadziło do opracowania szeregu sposobów „selektywnej rafinacji". Najbardziej znane z nich stosują rozpuszczalniki SO_2, nitrobenzol, fenol[1]), furfurol i inne lub też kombinację dwóch rozpuszczalników, jak np. krezol-propan (Max Miller Co). Z pomysłem zupełnie oryginalnym wystąpili polscy chemicy Pilat i Godlewicz, rozkładając roztwory olejów mineralnych w lekkich węglowodorach (propan, butan) za pomocą wtłaczanego pod różnym ciśnieniem metanu na poszczególne grupy węglowodorów. Sposób ten jest już opracowany i budzi żywe zainteresowanie w świecie naukowym i technicznym.

Chemiczna synteza olejów lotniczych.

Podobnie jak to wykazano przy omówieniu syntezy paliw lotniczych, polimeryzacja może służyć również do syntezy olejów smarowych. Jednym z najdawniej znanych katalizatorów do tego celu jest bezwodny chlorek glinu. Reakcję tę wyjaśnili H. J. Waterman i jego współpracownicy.

Etylen i wyższe olefiny polimeryzują się na coraz to większe drobiny tworząc przejściowo związki adytywne z $AlCl_3$. Zwłaszcza polimeryzacja w temperaturze powyżej 0° daje związki o ciężarze drobinowym 280 do 3 500. Otrzymane produkty dają się zhydrogenizować i w tym stanie składają się z węglowodorów parafinowych z monocyklicznych naftenów.

Atkinson i Storch[2]) otrzymali przez polimeryzację etylenu w 400° i pod ciśnieniem 60—70 atm. oraz w drugim stopniu w obecności $AlCl_3$ w temperaturze pokojowej dobry olej smarowy o indeksie wiskozowym 108.

Podobnie jak $AlCl_3$ działa fluorek boru. Etylen, jakoteż wyższe olefiny polimeryzują się pod zwyczajnym lub zwiększonym ciśnieniem i w temperaturze pokojowej (etylen w obecności proszków metalowych) na wysokomolekularne oleje[1]). Wyzyskiwano również wielokrotnie reakcję Friedel-Crafts'a dla syntezy olejów smarowych.

W sposób podobny otrzymano przez kondensację chlorowanej parafiny z naftalenem znany ogólnie preparat „Paraflow", używany jako dodatek obniżający temperaturę krzepnienia olejów silnikowych.

Sullivan i Voorhies[2]) spolimeryzowali olefiny, otrzymane przez krakowanie parafiny w obecności $AlCl_3$ na oleje smarowe o indeksie wiskozowym 120. Otto, Miller, Blackwood i Dawis[3]) otrzymali z lekkich olefinów krakowych bardzo lepki olej smarowy, zwany „Paraton", który dodany w małej ilości do oleju smarowego ma podwyższać jego indeks wiskozowy. Mikeska[4]) syntezował dużą ilość węglowodorów alifatyczno-aromatycznych i naftenowo-aromatycznych, z których niektóre wykazały indeksy wiskozowe 128—164, a jeden nawet 196. Fachowcy amerykańscy wyrażają przypuszczenie, że w razie gdyby synteza olejów smarowych o tak mało stosunkowo ze wzrostem temperatury zmieniającej się wiskozie weszła na tory przemysłowe, jeden lub dwa typy olejów starczyłyby do smarowania wszystkich rodzajów silników w każdej porze roku.

Przy omówieniu procesów chemicznej syntezy olejów smarowych dla silników lotniczych musimy jeszcze powrócić do wspomnianego już sposobu otrzymania sztucznej benzyny, tzw. „kogazyny", z CO i H_2 metodą Fischera i Tropscha. Benzyna ta zawiera pewną ilość olefinów, które można przy pomocy $Al\,Cl_3$ w temperaturze 20° do 120° z wydajnością do 76% zamienić na oleje smarowe[5]). Oleje te zawierają 14,0 do 14,2% H_2, są więc w wysokim stopniu nasycone. Tym samym posiadają niski ciężar właściwy (np. 0,835 przy wiskozie 21,0°E/50°), wysoki ciężar drobinowy, indeks wiskozowy 90 do 100 i przy oksydacji w wyższych temperaturach wogóle nie wydzielają asfaltu.

Skreślone tu nowoczesne sposoby syntezy olejów smarowych w przeciwieństwie do syntezy

---

[1]) zaproponowany jeszcze 15 lat temu przez Kuczyńskiego (Przemysł Chem. 1923, 197).

[2]) Ind. Eng. Chem. 1934, 1120.

[1]) Ellis „The Chemistry of Petroleum Derivatives", New. York 1934. 595.

[2]) Ind. Eng. Chem. 1931, 604.

[3]) Procedings A. P. J. 1934.

[4]) Ind. Eng. Chem. 1936, 970.

[5]) Koch, Brennstoffchemie 1937, 121.

paliw silnikowych po części nie osiągnęły jeszcze realizacji przemysłowej. Mimo to można się spodziewać, że w dziedzinie syntezy smarów lotniczych dojdzie się niebawem do pewnej realizacji tych problemów.

Woltolizacja olejów smarowych.

W innym zupełnie kierunku idzie proces tzw. woltolizacji olejów smarowych, posługujący się energią elektryczną do uszlachetnienia olejów smarowych. W r. 1906 stwierdził de Hemptinne, że tak oleje tłuszczowe jak i mineralne zwiększają swoją lepkość pod wpływem cichych wyładowań elektrycznych. Otrzymane w ten sposób oleje nazywają się „Woltolami" lub „olejami Elektrion". Odznaczają się one płaską krzywą wiskozy, już przy stosunkowo małej domieszce podnoszą indeks wiskozowy olejów smarowych oraz podobno zmniejszają jego skłonność do koksowania i szlamowania. G. M. Woods[1]) podaje, że „blending value" (wartość w mieszankach) indeksu wiskozowego woltolu wynosi 380. W lotnictwie oleje mineralne woltolizowane są używane w coraz szerszym zakresie celem zastąpienia oleju rycynowego jako domieszki przy smarowaniu cylindrów silnika.

Smarność olejów.

W ostatnich latach problem „smarności" olejów, czyli przyczepności do powierzchni metalowych, przybiera coraz większe znaczenie. Okazało się bowiem, że stosownie do budowy chemicznej oleju smarowego zachodzą tu duże różnice. Przyczyny tego zjawiska należy szukać w okoliczności, że niektóre grupy drobin olejowych posiadają silną polarność elektryczną i na skutek tego wiążą się mocno z metalem, inne zaś są elektrycznie „obojętne" i z tego powodu nie trzymają się tak silnie powierzchni metalowych[2]). W nowoczesnych silnikach lotniczych silna przyczepność oleju smarowego jest konieczna, ponieważ przy zachodzących obecnie wysokich temperaturach pracy i nadzwyczaj silnym obciążeniu oleje o małej przyczepności łatwo są wyciskane z łożyska, co oczywiście prowadzi do uszkodzeń części trących maszyny. Zjawiska polarności, smarności itd. są w ostatnich latach polem wytężonej pracy fizyków i chemików. Praktycznych wyników tych prac należy szukać w całym szeregu polecanych dodatków polarnych, mających udzielić olejom smarowym zwiększonej smarności. Najwięcej znanymi dodatkami są kwasy i estry tłuszczowe, związki chloru i siarki, jakoteż połączenia pewnych metali.

Odporność olejów na utlenianie.

W ostatnich latach coraz bardziej rozpowszechniają się również dodatki przeciwoksydacyjne, mające — jak wynika z nazwy — udzielić olejom smarowym większej odporności na utlenianie, a tym samym zapobiec wydzielaniu się asfaltu i koksu. W tym celu najczęściej polecane są organiczne związki tlenowe, np. aromatyczne alkohole i fenole oraz aromatyczne aminy. Ich skuteczność polega na tym, że związki te łatwiej się utleniają od oleju, w którym są rozpuszczone i w ten sposób chronią go przed zaatakowaniem przez tlen. Dodatek przeciwoksydacyjny tak długo chroni olej, dopóki sam nie ulegnie całkowitemu utlenieniu. Dlatego musi być dodawany do oleju w dostatecznej ilości. Ważne jest również, aby środek przeciwoksydacyjny był fizycznie i chemicznie odporny w temperaturze silnika, to znaczy, aby się nie ulatniał, ani też rozkładał. W drugim dziale niniejszego referatu starał się autor skreślić zarys nowoczesnych prądów, mających na celu ulepszenie olejów smarowych, w szczególności olejów lotniczych, jako tej kategorii smarów, która na skutek szybkiego rozwoju konstrukcyjnego silnika lotniczego bezsprzecznie stawia najwyższe wymagania. Jeśli się zastanowimy nad kierunkiem poruszanych tu prac, obejmujących po części już osiągnięte sukcesy techniczne, po części zaś dopiero pomysły i zaczątki rozwoju, nie możemy się oprzeć wrażeniu, że zaczyna się tworzyć rodzaj „nadsmaru", który będzie jednoczył w sobie jak największą ilość cennych właściwości z wyeliminowaniem szkodliwych lub niepotrzebnych. Można śmiało stwierdzić, że uda się chemikom stworzenie takiego produktu, do którego prowadziłaby np. następująca droga: Z odpowiedniego surowca wydzieli się za pomocą selektywnych rozpuszczalników grupę węglowodorów o płaskiej krzywej wiskozy, płynności w najniższych temperaturach, wysokich granicach wrzenia, odporności na utlenienie itd. Będzie to grupa węglowodorów, zawierająca drobiny cykliczne z długimi łańcuchami parafinowymi. Grupa ta będzie stanowiła trzon smaru syntetycznego, do którego domiesza się związek chemiczny, podwyższający przyczepność oleju oraz dodatek dla udzielenia olejowi jak najwyższej stałości chemicznej.

Skreślony tu sposób syntetyzowania oleju lotniczego nie jest wyłącznie „muzyką przyszłości" albowiem niektóre rozpowszechnione obecnie na rynku światowym oleje niewątpliwie objawiają już początki tego kierunku.

Piszący zdaje sobie sprawę z tego, że w ramach niniejszego referatu nie można było nadzwyczaj obszernego i bogatego tematu zupełnie wszechstronnie oświetlić. Możliwości, jakie kryje

[1]) Voltolisation Process for Production of Premium Motor Oils, Petr. Eng. 1936 r. 15.

[2]) Burstin, Przegląd Chemiczny, 1938 Nr 1.

w sobie chemia na usługach lotnictwa, idą dzisiaj bardzo daleko. Najważniejsze przejawy tych wysiłków starał się zebrać autor we formie tego przeglądu, aby dać bodaj ogólniejsze pojęcie o tej dzisiaj tak aktualnej dziedzinie.

OGÓLNA LITERATURA.

W. Bóbr — Gazy ziemne i rafineryjne jako surowiec dla produkcji polimer. paliw płynnych (Przemysł Naft. 1938 Nr 2, 3, 4, 5).

Egloff — Morell u. Nelson, Treibmittelherstellung durch Polymerysation (Petroleum 1938, Nr 3).

Egloff — Synthetische Produkte aus Erdöl (Petroleum 1938 Nr 10, 11).

Neyman-Pilat — Polymerisation der Kohlenwasserstoffe (Petroleum 1937 Nr 44).

H. Koch — Eigenschaften synthetischer Schmieröle (Brennstoffchemie 1937 Nr 6)

H. N. Wade — Status of Polymerisation (Refiner 1938, Jan. 15).

Ipatiew — Isoöctane Production by Simultanous Polymerisation and Hydrogenisation (Ind. Eng. Chem. 1937, 958).

Inż. B. MIELNIKOWA

Oleje lotnicze

Do smarowania silników lotniczych używane są w praktyce trzy typy olejów: olej rycynowy, oleje czyste mineralne oraz oleje mineralne mieszane z olejami woltowanymi.

Olej rycynowy był pierwszym olejem lotniczym zanim jeszcze uznano za możliwe smarowanie silników lotniczych olejem mineralnym. Spośród krajów europejskich Rumunia, Włochy, Belgia i Grecja stosują jeszcze dziś wyłącznie olej rycynowy, podczas gdy inne kraje zastąpiły go olejami mineralnymi czystymi, bądź mieszanymi z woltolami. Zamiana ta spowodowana została tak czynnikami natury ekonomicznej, jak brak własnych surowców (nasion rośliny Ricinus Communis) do otrzymywania oleju rycynowego jak też szeregiem zalet olejów mineralnych w porównaniu z olejem rycynowym. Spośród wybitnych wad oleju rycynowego należy wymienić jego zdolność zmydlania się, wysoką w porównaniu z olejami mineralnymi liczbę kwasową oraz zdolność do polimeryzacji podczas pracy w silniku, wynikiem czego jest tworzenie się kleistych substancji unieruchomiających częstokroć pierścienie tłokowe silnika. Sprecyzowanie własności oleju rycynowego, polegające na wyznaczeniu charakterystycznych dla niego własności identyfikujących rodzaj oleju oraz na pewnym ograniczeniu jego liczby kwasowej nie przedstawia większych trudności ze względu na zbliżony charakter chemiczny różnych gatunków oleju. Inaczej sprawa przedstawia się dla olejów mineralnych oraz mieszanych, które mogą być otrzymane z rop wydatnie różniących się od siebie składem chemicznym. Przegląd olejów używanych przez lotnictwo tak europejskie jak i amerykańskie wskazuje na to, że oleje lotnicze odznaczają się w porównaniu do innych olejów silnikowych najlepszymi własnościami i że zostały one wyprodukowane z najlepszych surowców świata.

Bardzo ważnym jest zdanie sobie sprawy z tego, jaki właściwie olej powinien nazywać się olejem wysokowartościowym i jaki surowiec można uważać za dobry. Nazwa „wysokowartościowy olej" używana jest stale w celach reklamowych przez wszystkie bez wyjątku firmy sprzedające oleje, dla wszystkich olejów. Właściwa więc klasyfikacja olejów na lepsze i gorsze pozostawiona jest raczej konsumentowi. Sprawa wyboru olejów jest specjalnie ważna dla lotnictwa, które obecnie posiada silniki skonstruowane z tak dobrych materiałów, że mogą one pracować bardzo długo bez remontów o ile tego czasu nie ograniczy użycie nieodpowiedniego oleju. Ponieważ remont silnika lotniczego jest bardzo drogi, więc problem użycia jak najlepszego oleju i rozpoznanie tego najlepszego oleju jest kwestią pierwszorzędnej wagi. Jako własności brane pod uwagę przy analizie oleju lotniczego wymienić należy: ciężar właściwy, wiskozę, indeks wiskozowy, temperaturę krzepnięcia, temperaturę zapłonu, liczbę Conradsona, liczbę kwasową, zawartość popiołu, odczyn i skłonność oleju do starzenia się. Spośród tych własności **wiskoza** jest cechą, która kwalifikuje olej do danego typu silnika, niezależnie od gatunku oleju; wymagania odnośnie wiskozy motywowane są termicznymi i mechanicznymi warunkami pracy silnika; decydują tu: luzy między powierzchniami trącymi, wielkość nacisków, szybkości względne, temperatura w silniku i temperatury otoczenia.

Ciężar właściwy brany jest niekiedy pod uwagę jako cecha raczej identyfikacyjna. Niski ciężar właściwy oleju lotniczego jest bezwzględnie pożądany ze względu na obciążenie samolotu, poza tym nie stanowiąc kryterium dobroci oleju wiąże się najczęściej z dobrymi własnościami oleju.

Temperatura krzepnięcia oleju jest wskaźnikiem zawartości w nim stałych parafin i wiąże się z kwestią uruchomienia silnika w okresie zimowym. Użycie w okresie zimowym oleju zbyt gęstego lub też wysokostygnącego zmusza

do specjalnego podgrzewania oleju przed uruchomieniem silnika, podczas gdy przy odpowiednio dobranej wiskozie i dostatecznie niskiej temperaturze krzepnięcia zabieg ten staje się zbędny.

Temperatura zapłonu wskazuje dokładnie oddzielania od oleju frakcyj lżejszych oraz pomaga do stwierdzenia czy destylacja stosowana przy otrzymywaniu oleju spełniła swoje zadanie, poza tym stanowi cechę identyfikacyjną.

Liczba Conradsona oleju świeżego stanowi raczej jego cechę identyfikacyjną, gdyż o gatunku oleju i jego zachowaniu się w silniku na podstawie tej własności nie można nic sądzić. Bywają oleje o niskich liczbach Conradsona zachowujące się w silniku bardzo źle i bardzo dobrze, to samo możnaby powiedzieć i o olejach mających wyższe liczby Conradsona.

Obserwacje wykazały, że oleje o wyższych liczbach Conradsona dla oleju świeżego zachowują się przeważnie lepiej. Oczywiście nadmiernie wysokie liczby Conradsona nie są pożądane. Dlatego też warunki techniczne na oleje lotnicze w Polsce ograniczają do pewnego stopnia liczbę Conradsona oleju świeżego eliminując jedynie oleje o nadmiernie wysokich liczbach Conradsona.

Odczyn oleju, liczba kwasowa oraz zawartość popiołu stanowią miarę oczyszczenia oleju od resztek porafinacyjnych i mogą być równie dobre dla oleju wysoko bądź niskowartościowego.

Własnościami, które decydują o gatunku oleju są: indeks wiskozowy oraz odporność oleju na oksydację.

Indeks wiskozowy oleju wyraża zależność pomiędzy wiskozą oleju a jego temperaturą. Olej posiadający wysoki indeks wiskozowy mniej zmienia wiskozę w zależności od temperatury niż olej o „niskim indeksie wiskozowym“. Dla oleju lotniczego indeks wiskozowy ma bardzo duże znaczenie. Niski indeks wiskozowy oleju daje się szczególnie odczuć przy uruchamianiu silnika w niskiej temperaturze otoczenia tj. w okresie zimowym. Silny wzrost wiskozy oleju w niskich temperaturach powoduje zmniejszenie się jego ruchliwości w momencie uruchamiania silnika i stwarza niemożebność swobodnej i szybkiej cyrkulacji oleju; dlatego też części silnika jakiś czas pracują z niedostatecznym smarowaniem bądź też zupełnie bez smaru. W warunkach tego rodzaju łatwo zachodzi zatarcie silnika; bardzo często zjawisko to daje się zauważyć w silnikach lotniczych posiadających mniej korzystne rozwiązanie systemu smarowania.

Indeks wiskozowy oleju nie jest bez znaczenia i dla normalnej pracy silnika, przy której olej ogrzewa się do wysokich temperatur. Zbytni spadek wiskozy zwiększa nadmierne zużycie oleju, poza tym zbyt cienka powłoka oleju na metalu może być często przerywana, co również grozi zatarciem silnika. Jakkolwiek istnieją na świecie oleje o bardzo wysokich indeksach wiskozowych, jednakże nie istnieją oleje o tak małych wahaniach wiskozy, aby w klimacie o dużej rozpiętości temperatur zadowoliły jednocześnie wymagania silnika w okresie letnim i zimowym i nie wymagały podgrzewania przy niskich temperaturach otoczenia. Z tego względu używane są zazwyczaj dwa rodzaje olejów: oleje letnie o wiskozach wyższych i oleje zimowe o wiskozach znacznie niższych.

Z odpornością oleju na oksydację związana jest jego skłonność do wytwarzania szlamów w silniku. Olej pracujący w silniku podlega utleniającemu działaniu powietrza, będąc jednocześnie podgrzewany do wysokich temperatur, przy czym części metalowe silnika, z którymi się olej styka wywierają działanie katalityczne. Poza utlenieniem w silniku mają najprawdopodobniej miejsce i inne procesy związane z działaniem wysokich temperatur na olej jak częściowy rozkład cząsteczek oleju oraz jednoczesna ich polimeryzacja. Wynikiem procesów chemicznych, zachodzących w oleju podczas pracy jest częściowa zmiana jego własności. Zmiany zachodzące we własnościach oleju nie na wszystkich typach silników są jednakowe. W silnikach nowoczesnych o dużej mocy na jednostkę objętości tłokowej obserwujemy wzrost wiskozy oleju będący wynikiem częściowego odparowania oleju oraz wytworzenia się w nim produktów utlenienia i polimeryzacji; następnie obserwujemy wytwarzanie się nierozpuszczalnych w oleju smolistych osadów, mających tendencję do osiadania na ściankach silnika i zatykania otworów doprowadzających olej do różnych części silnika oraz do zaklejania pierścieni tłokowych. Czarny osad tworzący się w oleju składa się przede wszystkim w przeważającej ilości z części węglistych, pochodzących z rozkładu cząsteczek oleju oraz niecałkowitego spalania się tak oleju jak i przedostającego się do oleju paliwa; prócz tego zawierają one asfalteny powstające na skutek utleniania się oleju, wreszcie części mineralne jak tlenki żelaza, miedzi tworzące się przez zużywanie się powierzchni trących silnika. Na koniec w oleju znajdują się zwykle drobne ilości wody oraz ślady benzyny, które są niewielkie i w małym tylko stopniu wpływają na obniżenie temperatury zapłonu oleju.

W silnikach starych typów o mniejszej mocy na jednostkę objętości skokowej, gdzie silnik pracuje przy niższych temperaturach, własności olejów pokarterowych są inne i zbliżają się do wła-

sności olejów pokarterowych samochodowych. Przyczyną tych różnic jest zawartość większej ilości paliwa w oleju, co jest powodem pozornego spadku wiskozy oleju po pracy. W silnikach tych daje się zauważyć raczej spadek wiskozy oleju, a nie wzrost, jak to było poprzednio opisane. W związku z tym oleje pokarterowe odznaczają się również bardzo niskimi temperaturami zapłonu. Inne zmiany w oleju są podobne jak w olejach po pracy na silnikach nowoczesnych. Nasilenie istotnych (nie pozornych) zmian własności oleju zależy bezwzględnie od gatunku oleju, inaczej mówiąc od składu chemicznego oleju. Wiele światła na budowę chemiczną olejów rzuciły wykonane w uniwersytecie w Delft prace I. C. Veugter'a oraz H. I. Watermana, którzy opracowali metody oraz oznaczyli zawartość w olejach węglowodorów o budowie pierścieniowej (aromatycznych naftenowej) oraz o budowie łańcuchowej, jak również prace Mikeski (Ind. Eng. Chem. 1936 28. 970—84) zdążające do poznania zależności między budową wysokodrobinowych węglowodorów, a ich fizyko-chemicznymi własnościami, wykonane na szeregu indywiduów chemicznych o znanej budowie, otrzymanych drogą syntezy. Na podstawie wymienionych prac twierdzić można, że węglowodory wchodzące w skład olejów mineralnych nie dadzą się podzielić na wyraźne grupy należące do określonej rodziny związków (np. aromatycznych bądź parafinowych), gdyż poszczególne związki mają charakter skomplikowany, łącząc często pierścienie aromatyczne bądź naftenowe z łańcuchami parafinowymi. Najwłaściwszą jak dotychczas jest klasyfikacja tych związków opierająca się na stosunku wodoru do węgla. Oleje o wysokim stosunku wodoru do węgla posiadają charakter związków parafinowy i składają się w przeważającej ilości z węglowodorów pierścieniowych, posiadających długie łańcuchy parafinowe; oleje takie odznaczają się najlepszymi własnościami, to znaczy posiadają wysokie indeksy wiskozowe, dużą trwałość na oksydację i niski ciężar właściwy. Oleje o niższym stosunku wodoru do węgla mają charakter związków cyklicznych i łańcuchy parafinowe są w nich krótsze oraz mniej liczne; oleje takie odznaczają się wysokimi wiskozami w stosunku do ich granic wrzenia niskimi indeksami wiskozowymi, dużą skłonnością do oksydacji oraz wysokimi ciężarami właściwymi.

Celem zilustrowania własności olejów lotniczych przytoczę zestawienie analiz olejów gorszych gatunków, używanych jedynie do silników starszych typów oraz wysokowartościowych olejów lotniczych, nadających się do smarowania nowoczesnych silników.

	Ol. lotnicze gorsze		Ol. lotnicze dobre		Ol. lotnicze najlepsze	
Olej	G_k	P	A_s	G_z	C	R_b
E_{50} (wisk. w + 50° C)	25,0	20,0	19,0	16,2	18,6	18,6
E_{100} (wisk. w + 100° C)	2,58	2,40	2,75	2,68	2,70	2,80
Indeks wisk.	5	20	80	94	77	90
Temp. zapłonu	240	235	240	235	250	250
Temp. krzep.	—14	—20	—5	—5	—20	—20
Odporność na utlenienie wyr. jako il. asfalt. tw. po utlenianiu w temp. 200° C przy przepł. pow. 15 l/min. (met. ang. Min. Lot.)	4,5% asf. tw. po 12 godz.	3,5% asf. tw. po 12 godz.	ślady po 36 godz.	2% po 36 godz.	0% po 48 godz.	0% po 48 godz.

Tak mniej więcej przedstawia się sprawa dobrych i złych olejów lotniczych. Jeśli chodzi teraz o surowce, to niezależnie od metody przeróbki ten surowie jest lepszy, który posiada wyższą zawartość związków o charakterze parafinowym, gdyż drogą niewielkiego nakładu pracy i środków można zeń uzyskać olej o wysokiej koncentracji węglowodorów bogatych w wodór. Jednym z najlepszych surowców świata jest znana ogólnie ropa pensylwańska. Przy systemie rafinacji olejów za pomocą kwasu siarkowego i ługu (ewentualnie ziem aktywowanych) otrzymanie wysokowartościowego oleju lotniczego możliwe było jedynie z najlepszych surowców, z rop zaś zawierających dużą ilość węglowodorów o charakterze cyklicznym dawały się uzyskać oleje, które można było stosować do silników mających łatwiejsze warunki pracy o mniejszej mocy na jednostkę objętości skokowej.

Dlatego też dotychczasowe oleje lotnicze otrzymane z surowca polskiego nie wytrzymywały pod względem gatunku konkurencji z olejami lotniczymi pochodzenia zagranicznego. Obecnie jednak sytuacja uległa zmianie o tyle, że wkroczyły na widownię nowe metody rafinacji olejów za pomocą selektywnych rozpuszczalników. Nowe metody rafinacji różnią się od metody rafinacji kwasem siarkowym tym, że nie naruszają cząsteczek węglowodorów, jedynie segregują je w ten sposób, że olej rafinowany zostaje wzbogacony w węglowodory o łańcuchach parafinowych, podczas gdy węglowodory o charakterze cyklicznym przechodzą do roztworu rozpuszczalnika i są wraz z nim oddzielone od oleju. Rozpuszczalnik zmieszany z olejem przy pewnych temperaturach tworzy z nim roztwór jednolity, przy odpowiednim zaś doborze temperatur oddziela się od oleju ekstrahując zeń węglowodory cykliczne. Ilość węglowodorów, które przechodzą do roztworu rozpuszczalnika zależna jest od temperatury ekstrak-

cji, ilości rozpuszczalnika ewentualnie metody ekstrakcji.

Wspomnę tu, że rozpuszczalnikami stosowanymi w skali przemysłowej są: dwutlenek siarki, dwutlenek siarki z benzenem, chloreks

$$(Cl\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}O\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}Cl)$$

nitrobenzen, fenol, krezol i aldehyd krotonowy.

Metoda rafinacji selektywnej pozwala zatem na otrzymanie wysokowartościowego oleju o charakterze parafinowym z gorszych surowców, bogatszych w węglowodory cykliczne. Teoretycznie istnieje możliwość otrzymania dobrego oleju z każdego surowca, praktycznie jednak biorąc należy uwzględnić tutaj wydajność oleju rafinowanego, która przy gorszych surowcach może być tak mała, że koszt wyprodukowanego oleju może nie być współmierny do cen, jakie można za olej uzyskać.

Próby na silnikach lotniczych przeprowadzone z olejami rafinowanymi za pomocą rozpuszczalników tak za granicą jak w Polsce dały wyniki dodatnie.

Surowce polskie jak wiele innych nadają się w zupełności do otrzymania z nich lepszych gatunków olejów lotniczych, mało ustępujących olejom zagranicznym.

Przemysł naftowy podjął te prace z powodzeniem (artykuł inż. Chierer'a i dr Suknarowskiego Przegląd Chemiczny 2, 37, 1938).

Na zakończenie powiem jeszcze kilka słów o trzecim typie olejów używanych w lotnictwie tj. o olejach kompoundowanych. Są to mieszaniny wysokowartościowych olejów mineralnych oraz roślinnych woltowanych. Te ostatnie uzyskuje się przez polimeryzację za pomocą cichych wyładowań elektrycznych w atmosferze gazów obojętnych; olej lotniczy może zawierać przeciętnie 5—10% oleju woltowanego. Jako zaletę tych olejów wymienić można zdolność ich emulgowania szlamów tworzących się w oleju podczas pracy silnika. Utrzymują się one w postaci zawiesiny w oleju i w znacznie mniejszym stopniu osiadają w silniku. Wadą tych olejów jest zwiększona zdolność tworzenia emulsji z wodą, (co niekiedy powoduje duże trudności) oraz znacznie mniejsza trwałość olejów w warunkach zwykłego przechowania, to znaczy częste rozwarstwienie się oleju po upływie pewnego czasu, co jest spowodowane wydzielaniem się z oleju składnika roślinnego i nie pozostaje bez wpływu na własności oleju.

Inż. WILHELM GROSSMAN
Warszawa

Oleje do silników lotniczych wczoraj, dziś i jutro

Od chwili wyodrębnienia silnika lotniczego jako silnika benzynowego czterotaktowego, budowanego specjalnie do napędu płatowców, przechodzi on nieustanny wspaniały rozwój.

Tempo tego rozwoju wykazuje w poszczególnych okresach minionego 30-lecia, zwłaszcza pod koniec wojny światowej, a następnie w latach 1930—1937 nasilenie, jakiego dotąd nie zanotowano w historii techniki.

Ilustracją tego rozwoju są następujące cyfry charakterystyczne: ciężar silnika, przeliczony na 1 KM eff. zmalał z początkowych 4 kg/KM (1905) ostatnio do rzędu 0,45 kg/KM, czyli inaczej mówiąc, wydajność mocy z jednostki wagi wzrosła ok. 10-krotnie. W ciągu ostatnich 20-tu lat wzrosła wydajność mocy z jednostki objętości ok. 3-krotnie i przekracza obecnie 30 KM z 1 litra pojemności skokowej cylindrów.

Stosunek sprężania wzrósł w tym czasie z 4,5:1 do wartości 7:1 i więcej w nowych silnikach przeznaczonych do napędu za pomocą wysokooktanowego paliwa specjalnego.

Najistotniejszym wyrazem osiągniętego postępu jest niewątpliwie długość okresów niezawodnej pracy silnika lotniczego. Zrazu okresy te rozciągały się zaledwie na parę godzin lotu, ostatnio wzrosły one do fantastycznego rekordu 1000 godzin pracy od rewizji do rewizji względnie do remontu silnika.

Na ten niebywały rozwój złożyły się następujące czynniki:

1. pogłębienie teoretycznej strony procesów zachodzących w silniku,
2. rozkwit techniki materiałoznawstwa, a zwłaszcza metalurgii stali szlachetnych i stopów lekkich,
3. rozwój rozwiązań konstrukcyjnych,
4. rozwój paliw antydetonacyjnych i
5. nowe, ulepszone oleje lotnicze.

Na przestrzeni krótkiego okresu, w którym zamyka się historia lotnictwa, produkcja olejów lotniczych ma za sobą kilka dających się wyraźnie oddzielić etapów rozwojowych, które przechodziła ona równolegle z ulepszeniami silników.

Postępy w produkcji mineralnych olejów lotniczych możemy śledzić od końca wojny światowej. Nie posiadamy zapisków, które by wskazywały na jakieś zróżnicowanie pomiędzy olejami samo-

chodowymi a olejem lotniczym z ropy naftowej w czasie wojny światowej.

Podczas wojny, a zwłaszcza w okresie w którym produkcja rumuńska była niedostępna dla lotnictwa Austrii i Niemiec, jako olej lotniczy używane były tzw. redukaty, a więc oleje uzyskiwane przez podgęszczanie filtratu poparafinowego (oleju niebieskiego w ówczesnej terminologii) z ropy borysławskiej. W dokumentacji naszych rafineryj nie zachowały się żadne dane dotyczące zastosowania i doświadczeń z tymi redukatami poza tym, że wiadomo iż oliwiono nimi motory lotnicze Austro-Daimler i Mercedes.

Tego typu olej lotniczy miał np. następujące własności charakterystyczne:

Barwa: ciemno-czerwona (w cienkiej warstwie), w świetle odbitym: zielona.

C. właściwy	około	0,950
Temp. zapłonu	„	250°
Lepkość przy 50° C	„	21° E
Temp. krzepnięcia	„	0°

Po wprowadzeniu destylatów wysokopróżniowych „poprawiono“ temperaturę stygnięcia tego oleju, osiągając — 10° do — 16°. Innymi właściwościami oleju lotniczego nie interesowano się wogóle w tym czasie.

Po wojnie światowej rozpoczął się ogólny prąd ku normalizacji przetworów smarnych. Śledząc redakcję poszczególnych norm na oleje lotnicze, można od tego czasu dość dokładnie zrekonstruować rozwój tej sprawy.

Dobrą orientację co do wiedzy o olejach lotniczych z okresu tuż po zakończeniu wojny światowej daje norma Nr 11 „Flugmotorenöle“, zawarta w pierwszym wydaniu znanej pracy zbiorowej „Richtlinien für den Einkauf und die Prüfung von Schmiermitteln“ z roku 1921. Przepisuje ona następujące właściwości:

Typ:	rafinat, lub rafinat natłuszczany
Ciężar właściwy:	poniżej 0,965
Temp. zapłonu:	190 — 200°
Temp. krzepnięcia:	— 12° do — 25° (zal. od umowy)
Lepkość:	7 do 11° E przy 50°
Zawart. kwasu:	maks. 0,07% przy rafinatach
Zawart. asfaltu:	nie ponad 0,07%
Zawart. popiołu:	nie ponad 0,05%

W normie tej zawarta jest uwaga stwierdzająca, że przy ocenianiu oleju lotniczego jest pożądane wykonanie oznaczenia odparowalności i wygrzewania oleju. Wykonanie tych oznaczeń jest podane w ogólnikowej formie: należy ogrzewać 10 g badanego oleju w płaskiej parowniczce ⌀ 80 — 85 mm i ok. 20 mm głębokości w ciągu dwu godzin do 170° względnie do 220°; należy to rozumieć w ten sposób, że na próbce ogrzewanej do 170° oznaczano odparowalność, a na próbce ogrzewanej do 220° odporność na oksydację, gdyż po ogrzewaniu badano następnie w tej próbce przyrost „substancyj nierozpuszczalnych w benzynie wzorcowej“.

Charakterystyczną dla ówczesnego stanu techniki lotniczej i wiadomości o oleju lotniczym jest uwaga na końcu normy:

„Zawarte w normie daty określają również zdatny do wszelkich warunków ruchowych olej samochodowy. Poszczególne towarzystwa żeglugi powietrznej żądają naodwrót, by olej lotniczy odpowiadał jakościowo dobrym olejom samochodowym, gdyż przy przelotach z lądowaniem przymusowym na skutek braku paliwa czy smaru, olej samochodowy, który można prawie wszędzie nabyć, umożliwi dalszy lot bez specjalnego regulowania pompy olejowej.

Jako olej do silników chłodzonych powietrzem i silników rotacyjnych, stosuje się z powodu zachowywania wysokiej lepkości także przy wyższych temperaturach — olej rycynowy (1-ego tłoczenia lub surogat tego oleju o lepkości 30—50° E przy 50° C). W razie lądowań przymusowych można domieszać do takiego oleju (tj. rycyny) olej o właściwościach wskazanych w normie 11 Flugmotorenöl“. (A więc czysty olej mineralny, nie mieszający się z rycyną! Przyp. autora).

Powyższa uwaga utrzymała się z małymi zmianami w normach Richtlinien aż do roku 1927 (!) i zniknęła dopiero w 6-tym wydaniu Richtlinien z r. 1933 wraz z samą normą.

W tym czasie, tj. od końca wojny do r. 1927, a nawet i 1929 lotnictwo europejskie pozostaje pod silnym wpływem techniki francuskiej, która stosuje przeważnie do silników lotniczych olej rycynowy dostępny w dowolnych ilościach z kolonii. Dopiero po silniejszej penetracji wpływów przemysłu lotniczego amerykańskiego i angielskiego, od dawna opierających smarowanie silników na olejach z ropy naftowej, zaznacza się zwiększenie ruchliwości naszego przemysłu naftowego i szybki wzrost zainteresowania się zagadnieniem produkcji olejów lotniczych.

Od chwili zorganizowania regularnej żeglugi lotniczej przemysł naftowy rozpoczął pracę nad postawieniem zagadnienia produkcji olejów lotniczych na wysokim poziomie.

Poniżej zamieszczone zestawienie, obejmujące silniki lotnicze używane na niektórych płatowcach komunikacyjnych od początku istnienia komunikacji lotniczej do dzisiejszego dnia, okazuje przyczyny stałego wzrostu wymogów, jakie stawiane są w stosunku do właściwości oleju lotniczego:

Tabela 1.

Zestawienie cech silników używanych na płatowcach komunikacyjnych.

Silnik: typ i fabrykat:	Stosowany na płatowcach:	Nom. moc silnika	Szybkość przelotowa płatowca około:	Ilość obrotów silnika:	Moc z l. pojemn. cyl.	Ciężar na KM.	Stopień sprężania:	Wymagana l. oktan. benzyny	Przeciętne zużycie oleju na KM/godz.
Junkers L 5	Junkers F 3	300 KM	110 km/g	1500	13,1 KM	1,24 kg	1/5	zwykła benzyna lotn.	10 gr
Lorraine-Dietrich	Focker F VII	450 „	150 „	2300	16,1 „	0,88 „	1/5,3	79—80	9 „
Pegasus (Bristol)	Douglas D.C. 2	690 „	280 „	2200	24 „	0,68 „	1/6	87 start 80 przelot	7 „
Wasp Junior (Pratt&Whitney)	Lockheed Electra	450 „	300 „	2300	27,5 „	0,72 „	1/6,5	87	6,7 „
Hornet (Pratt&Whitney)	Lockheed 14 (Super Electra)	850 „	360 „	2500	30,8 „	0,57 „	1/6,5	ponad 87	6,9 „

Z tabeli widoczny jest niezwykły rozwój silników w krótkim czasie ok. 15-tu lat.

Wzrost mocy z litra przy wydajnym zmniejszeniu wagi silnika na jednostkę rozwijanej mocy, zwiększona ilość obrotów, podwyższony stopień sprężania w związku z wprowadzeniem paliwa przeciwstukowego spowodowało, że z silnika musi się odprowadzić wielokrotnie większą ilość ciepła. Mimo chłodzenia silników podniosły się na skutek tego temperatury pracy, a więc zwiększyła się szybkość oksydacji czyli procesów starzenia się oleju. Stąd wypłynęła oczywista konieczność przeciwdziałania temu przez zwiększenie odporności olejów na starzenie oraz dobór takiej lepkości [1]), która by gwarantowała dobre oliwienie również przy podwyższonych temperaturach.

Dobór właściwych olejów lotniczych do poszczególnych silników stał się zagadnieniem tak ważnym, że nie można go było pozostawić ani przypadkowym rozwiązaniom ani inicjatywie prywatnej. Sprawy dotyczące tego doboru zostały we wszystkich państwach lotniczych oddane Instytutom Badawczym, których zadaniem stała się między innymi koordynacja pracy producentów silników i producentów olejów lotniczych.

Sprawa wymagała takiej koordynacji przede wszystkim z tego powodu, że większość techników silnikowych nie dysponowała zrazu rzeczywistym doświadczeniem w zakresie zagadnień smarniczych, a technicy naftowi nie orientowali się w zakresie coraz to innych wymagań, stawianych przez rozwijający się w szybkim tempie silnik lotniczy.

Koordynacja pracy w zakresie oliwienia silników lotniczych zaczęła się ok. roku 1927, przy czym w krótkim czasie stworzono właściwy system współdziałania przemysłu lotniczego z przemysłem naftowym. W przeciągu najbliższych lat przemysł wychodzi z mniej lub więcej empirycznych sposobów rafinowania oleju lotniczego. W wyniku zebranych doświadczeń zmieniają się z roku na rok kryteria oceny olejów lotniczych i pod wpływem zilustrowanego rozwoju (w tabeli 1) silnika wzrastają wymogi stawiane w stosunku do właściwości oleju lotniczego.

Jak rozwój ten wyraża się w poprawie właściwości oleju, okazano jako przykład w załączonej tabeli 2, która obejmuje 4 typy olejów lotniczych produkcji Koncernu „Małopolska-Karpaty“.

Stosowany zrazu typ redukatu rafinowanego (typ 1 tabeli 2) z ropy borysławskiej został wcześnie zarzucony na skutek wykazywania silnej tendencji do odkładania w motorze złogów z produktów oksydacji, nierozpuszczalnych w zasadniczej masie oleju, a więc osadzających się we wnętrzu silnika, a groźnych przede wszystkim przez to, że zatykają one wiercenia przeznaczone dla krążenia oleju i zaklejają pierścienie tłokowe unieruchamiając je.

W dalszej fazie rozwoju przez dłuższy okres czasu jako oleje lotnicze służyły rafinowane w sposób normalny, tj. za pomocą kwasu siarkowego, ługu sodowego i ziem odbarwiających, destylaty z instalacji wysokopróżniowej, uzyskiwane z rop bezparafinowych (typy 2 i 3). Ten typ oleju ulepszany był kilkakrotnie przez stosowanie różnych wariantów rafinacyjnych. Dzięki tym ulepszeniom udało się z czasem poprawić znacznie jego indeks wiskozowy i dość skutecznie (patrz tabela 2) podwyższyć odporność oksydacyjną.

W okresie między r. 1929 a 1935 próbowano nawrotu do olejów natłuszczanych. Systematyczne poszukiwania za stosownym środkiem do natłuszczania zakończono tym, że lepiej jest olejów silnikowych mineralnych nie natłuszczać, a poprawiać raczej ich właściwości.

Ciekawą rzeczą jest śledzenie, jak zmieniały się z biegiem lat kryteria stanowiące podstawę do

[1]) Dziś wiemy, że lepkość pozostaje bez większego wpływu na przebieg procesu oliwienia silnika spalinowego.

Tabela 2.

Zestawienie głównych właściwości olejów lotniczych produkcji Koncernu „Małopolska—Karpaty“.

Nazwa oleju	Typ oleju	Gatunek z roku	Indeks wiskozowy	Liczba koksowania (Conradson)	Odporność oksyd. wg[1]) metody DTD 109, wyraż. w przyroście tzw. asfaltu po ogrzewaniu		
					po 12 h	24 h	48 h
Galkar 30	redukat z filtratu poparafinowego . . .	1919	ok. 50	pow. 1,5%	pow. 5%	ok. 11%	ok. 20%
Galkar 128	rafinat z destylatu wysokopróżniowego z rop bezparafinowych	1928	„ 20	ok. 0,4%	ok. 3,5%	„ 7%	„ 10%
Galkar Aero M	ulepszony rafinat wysokopróżniowy z rop bezparafinowych .	1935	„ 50	„ 0,4%	„ 0,9%	„ 5%	„ 8%
Galkar Aerosol	pozostałość rafinowana metodą rozpuszczalnikową i odparafinowana. . .	1938	„ 85	„ 0,3%	0%	0%	0%

[1]) Uwaga: Pomiar odporności oksydacyjnej wg przepisów angielskich DTD 109 został wprowadzony w roku 1932.

oceny oleju silnikowego. Zrazu mieliśmy stan zobrazowany wspomnianą normą Nr 11 „Richtlinien“. Powoli zaczęły rozwijać się tendencje do odtworzenia w laboratorium przy wstępnej ocenie oleju warunków, z jakimi olej styka się w silniku, tj. poddania go połączonemu działaniu powietrza względnie tlenu w podwyższonej temperaturze, w obecności lub bez katalizatorów, w ściśle ujętych warunkach.

Od chwili, w której uznano, że trwałość oleju ustalająca długość okresu pracy silnika jest nawet ważniejsza od właściwości czysto smarniczych, rozwinięto i poddano z kolei modyfikacjom szereg sposobów sztucznego starzenia oleju w laboratorium.

Stosowano kolejno metody: Watersa (Bureau of Standards), Sligh Test, Indiana Test, Eversa i Schmidta i w końcu zatrzymano się na zmodyfikowanej metodzie Angielskiego Ministerstwa Lotnictwa z roku 1928.

Wszystkie te metody sztucznego starzenia różnią się pomiędzy sobą warunkami, tj. poziomem temperatury, koncentracją tlenu w stosunku do oleju i sposobem końcowego badania produktów starzenia. Metoda angielska, oznaczana urzędowym symbolem: British Air Ministry Test DTD 109, w oryginalnej redakcji przewiduje dwa okresy po 6 godzin, w ciągu których olej utlenia się (40 gr w 200° C) przy przepuszczaniu 15 l powietrza na godzinę.

Ta 12-godzinna próba była dostateczna dla oceny trwałości oleju w warunkach roku 1928. Przy obecnym stanie techniki rafinacyjnej metoda w oryginalnym ujęciu nie pozwalałaby na jakościowe zaszeregowanie olejów pod względem odporności na utlenienie, gdyż wszystkie oleje lotnicze zasługujące na tę nazwę muszą po 12 godzinach utlenienia dawać wynik nacechowany zupełnym brakiem przyrostu twardych asfaltów.

To też od chwili wprowadzenia tej metody badania olejów rozciągano kilkakrotnie okresy utleniania i obecnie znamy oleje, które po 60 godzinach sztucznego starzenia jeszcze nie wydzielają twardego asfaltu, ściślej ciał nie wytrącających się z roztworu oleju w benzynie wzorcowej.

Obok próby sztucznego starzenia za miarę jakości oleju służy obecnie jego wskaźnik wiskozowy, okazujący w jakim stopniu lepkość oleju jest czuła na zmiany temperatury.

Dużą wagę przykłada się też do oznaczania temperatury krzepnięcia, gdyż wyznacza ona w pewnym stopniu tzw. ruchliwość startową w porze zimowej.

Liczba koksowania według Conradsona jest obecnie raczej sprawdzianem stopnia rafinacji olejów ze znanego surowca, aniżeli jakimś kryterium dla oceny wartości oleju. Bada się natomiast przyrost L. Conradsona po sztucznym starzeniu oleju, uważając ją za wskaźnik przebiegu procesów polimeryzacyjnych, zachodzących podczas oksydacji oleju pracującego w silniku.

Wybitny krok naprzód zaznaczył się w produkcji olejów lotniczych w ostatnich dwu latach na skutek wprowadzenia przez rafinerie metody rafinacji rozpuszczalnikowej.

Tą drogą uzyskano z pewnych starannie dobranych pozostałości destylacyjnych materiał smarny, zbliżony do najlepszych w chwili obecnej olejów lotniczych na świecie. Olej ten, marki

Galkar-Aerosol jest w chwili obecnej wprowadzany na rynek.

Ten nowy produkt, (uwzględniony w tabeli 2) odpowiada w pełni obecnym wysokim wymogom dla olejów lotniczych. Niewątpliwie na szereg lat olej tego typu utrzyma się „na stanowisku" i jeszcze długo jego bardzo wyśrubowane właściwości muszą wystarczyć dla oliwienia nowych silników lotniczych.

Zaledwie naszkicowaliśmy tutaj w najogólniejszych zarysach wyniki wytężonej współpracy zastępu inżynierów silnikowych i naftowych, próbując wykazać zdumiewający postęp osiągnięty dotąd. Jesteśmy świadkami fascynującego rozwoju lotnictwa i nie widać wcale, by tempo tego rozwoju osłabło. Każdy miesiąc bowiem przynosi nowe, drobne ulepszenia.

Już osiągnięte zostało paliwo syntetyczne o liczbie oktanowej 100, degradujące benzynę lotniczą destylowaną z ropy na drugi plan. I już zaczyna się dyskusja na temat syntetycznych środków smarnych, produkowanych, a raczej „konstruowanych" według z góry powziętych zamierzeń, podobnie jak w przemyśle syntezy farmaceutycznej, ale w nieprawdopodobnie większej skali.

Znane już są węglowodory syntetyczne, np. n-butyl-hentriakontan $C_{35} H_{72}$ o indeksie wiskozowym 150 [1]), o wiskozie 25 CSt. przy 37,8° C i ciężarze właściwym 0,824. Poszukiwania w tym kierunku muszą z czasem doprowadzić do syntezy produktu, który albo odrazu będzie posiadać w swej strukturze grupy polarne, zapewniające mu najwyższą smarność (Oiliness) albo otrzyma odpowiednie domieszki, celem poprawy właściwości smarnych.

Nowe produkty będą zapewne wyposażone w dodatek odpowiednich inhibitorów, opóźniających oksydację, a więc zwiększających trwałość. Takie oleje będą jeszcze lepsze od obecnych rekordowych i być może oliwione nimi silniki uzyskają okresy przebiegu, notowane dziś chyba na turbinach parowych, a więc rzędu 10 000 godzin nieprzerwanej pracy.

O ile notabene wytrzyma to sam silnik lotniczy, któremu jeszcze równie daleko do tej trwałości.

[1]) Indeks wiskozowy najlepszych „naturalnych" olejów smarniczych wynosi 100. Istnieją „oleje naturalne" o indeksach wiskozowych silnie ujemnych — 40, tj. gorszych, niż najgorsze amerykańskie oleje z rop Texas.

A. TYCHOWSKI i S. MASIOR
Zakład Technologii Rolniczej
Dublany

Próby nad otrzymaniem smarniczego oleju rycynowego z nasion rącznika polskiej produkcji

Produkcja oleju rycynowego w Polsce prowadzona przez 10 większych olejarni opiera się, jak dotychczas, wyłącznie na nasionach rącznika (Ricinus Communis) pochodzenia zagranicznego.

W ostatnim roku podjął inż. Bolesław Berezowski w Doświadczalnym Zakładzie Uprawy Tytoniu w Piadykach k. Kołomyji próbę uprawy i produkcji nasion polskiego rącznika, która dała dobre wyniki. Próbkę tych nasion przesłała następnie Lwowska Izba Rolnicza celem zbadania przydatności ich do produkcji oleju technicznego do Zakładu Technologii Rolniczej Politechniki Lwowskiej w Dublanach.

Olejarnie krajowe przerabiają rącznik z reguły w ten sposób, że najpierw częściowo go wyprasowują, otrzymując biały olej farmaceutyczny, po czym makuchy poddają ekstrakcji benzynowej otrzymując techniczny olej surowy, który po rafinacji i ewentualnym odbarwieniu służy do celów smarniczych.

Ze względu więc na to, że chodziło o zbadanie przydatności polskiego rącznika do produkcji oleju smarniczego, sporządzaliśmy olej przez ekstrakcję benzynową odłupionych i zgniecionych nasion, po czym po odpędzeniu rozpuszczalnika poddawaliśmy olej rafinacji metodą M. Baumana. Polega ona na zadaniu roztworu benzynowego (1 : 1) oleju obliczoną ilością 15° Be' NaOH, przy czym po ogrzaniu roztworu do 50° C następuje wydzielenie zanieczyszczającego białka i zmniejszenie kwasowości oleju. Po oddzieleniu białka odmywa się nadmiar ługu i mydła tłuszczowe ciepłą wodą, przy czym jednak mimo zapewnień M. Baumana występuje silna tendencja do powstawania trudno rozdzielających się emulsyj. Emulsje te rozdzielaliśmy przez odwirowanie. Trzeba tu zaznaczyć, że obecnie stosowane w niektórych olejarniach metody rafinacji są już lepiej opracowane, stanowią jednak z reguły tajemnicę fabryczną.

Odczyszczony olej, wysuszony w próżni, poddawaliśmy odbarwianiu przy pomocy ziemi okrzemkowej i węgla aktywnego (dodatek ok. 5%). Efekt tego odbarwiania był jednakowoż słaby, prawdopodobnie na skutek niedobrania należytego wa-

runków działania tej reakcji, wymagającej dłuższego przepracowania. Po oddzieleniu materiałów odbarwiających oddestylowywaliśmy ponownie rozpuszczalnik. Należy tutaj nadmienić, że oddestylowanie to musi być bardzo dokładne, gdyż nawet bardzo małe ilości benzyny zawarte w oleju powodują silne obniżenie punktu zapłonienia, dyskwalifikujące wartość smarniczą oleju.

Wyniki badań.

Analizowane nasiona polskiego rącznika zawierały ok. 24% łupin i ok. 76% miąższu.

Wydajność oleju surowego (nierafinowanego) przy 8 godz. ekstrakcji benzynowej wynosiła średnio 47—48% na wagę ziarna surowego.

Zawartość łupin w ziarnach zagranicznych waha się od 24,0 — 39,5 %, wydajność oleju od 38—48% na wagę ziarna.

Celem określenia jakości wyprodukowanego oleju rafinowanego, zestawiliśmy normy dla oleju rycynowego lotniczego podane nam przez Zarząd Lotniska Lwowskiego w Skniłowie, normy francuskie dla tego oleju oraz dane analityczne, zamieszczone w Sprawozdaniu Kwartalnym Nr 5, Instytutu Badań Technicznych Lotnictwa przez inż. B. Mielnikową z danymi uzyskanymi przy badaniu oleju przez nas wyprodukowanego.

Zestawienie to przedstawia tabela:

Punkt zapłonu i krzepnięcia oznaczano według publikacji „Normy i własności przetworów naftowych" — Warszawa, 1933 r.:

1. temperaturę zapłonu według $\frac{\text{P. N.}}{\text{P.—212}}$ w tyglu otwartym Marcussona,

2. temperaturę krzepnięcia według $\frac{\text{P. N.}}{\text{P.—215}}$ metodą próbówkową.

Liczbę jodową oznaczano odczynnikiem Hanusa.

Przedstawiony poniżej wynik badań pozwala stwierdzić, że ziarna krajowego rącznika, wyprodukowane w Stacji Doświadczalnej w Piadykach przez inż. Bolesława Berezowskiego, tak pod względem wydajności jak też i jakości wyprodukowanego z nich technicznego oleju rycynowego (smarniczego) nie ustępują najlepszym gatunkom nasion zagranicznych i w zupełności nadają się do produkcji technicznego oleju rycynowego. Należy się zatem spodziewać, że już w krótkim czasie należycie zorganizowana akcja hodowli rącznika w Polsce pozwoli na ograniczenie importu jego z zagranicy.

Na zakończenie należałoby życzyć, by chlubnie zapoczątkowana przez inż. B. Berezowskiego i Lwowską Izbę Rolniczą inicjatywa dała w jak najkrótszym czasie i w jak najszerszym zakresie pomyślne wyniki.

Rodzaj próby	Olej badany	Normy skniłowskie	Normy Instytutu Badań Techn. Lotnictwa	Normy francuskie
Ciężar właściwy	0,956	maksym. 0,950	0,962	0,959 — 0,967
Wiskoza w ° Englera w 50° C.	13,22° E.	maks. 20° E. min. 2,5° E.	15,10° E	—
Punkt zapłonienia	280° C	minim. 200° C	287° C	—
Punkt krzepnienia	w — 18° C jeszcze płyn.	maksym. — 15° C	— 18° C	—
Liczba kwasowa	1,58	maks. 3	2,80	1,0
Liczba zmydlenia	180	155 — 191	—	177 — 186
Liczba jodowa	84,2—89,3 [1])	—	—	84 — 86
Popiół	0 %	0,05%	0%	—
Próba na asfalty	nieobecne	nieobecne	—	—
Zabarwienie	złocistożółte	słabożółte	—	—

[1]) W zależności od sposobu oddestyłowania rozpuszczalnika.

Inż. U. DĘBSKA

O cellonach lotniczych

Jednym z ważniejszych półproduktów przy wyrobie płatowca o konstrukcji drewniano-płóciennej lub metalowo-płóciennej są lakiery do impregnacji płótna lotniczego, stanowiące jednocześnie bardzo ważny produkt w chemicznym przemyśle lotniczym. Lakiery te zwą się lakierami cellonowymi lub po prostu cellonami. Nazwa „cellon" choć właściwie odnosi się do uplastycznionej acetocelulozy, w polskim lotnictwie przyjęła się jako ogólna do nazywania lakierów służących do impregnacji płótna lotniczego. Cellon jest to roztwór pochodnej celulozy w mieszaninie odpowiednich

i odpowiednio dobranych rozpuszczalników. Zadanie jakie ma on spełnić jest następujące: stworzenie gładkiej, nieprzepuszczalnej dla wody i powietrza powierzchni o dostatecznym i dostatecznie stałym napięciu płótna, odpowiednim zwiększeniu wytrzymałości oraz zabezpieczeniu płótna przed wpływami atmosferycznymi czyli zapewnienie mu możliwie największej trwałości przy jak najmniejszym obciążeniu.

Zależnie od użytej do wyrobu cellonu pochodnej celulozy mamy cellony acetylocelulozowe (inaczej acetocelulozowe), nitrocelulozowe lub krótko „acetocellony" i „nitrocellony" albo też inne, odpowiednio do podstawowego składnika cellonu.

Lotnictwo używa głównie dwóch rodzajów cellonów: acetocelulozowych i nitrocelulozowych. Są także przeprowadzane badania nad cellonami sporządzonymi z innych pochodnych celulozy jak np. z etylo- lub benzylo-celulozy, mieszanych eterów celulozy i alkoholu etylowego lub benzylowego. Cellony te, jeśli chodzi o ich własności zajmują, jak podaje literatura pośrednie miejsce pomiędzy cellonami aceto- i nitrocelulozowymi. Nie znalazły one, jak dotąd, szerszego zastosowania i dlatego ich wady czy też zalety nie są dokładnie znane. Należy jeszcze wspomnieć, że istnieją tzw. cellony mieszane, które jako podstawowy składnik mają mieszaninę dwóch pochodnych celulozy. Znane są naprzykład cellony acetylo-nitrocelulozowe, lecz mają one bardzo niewielkie zastosowanie.

Skład cellonów niezależnie od składnika podstawowego można ogólnie ująć rozbijając wszystkie składniki na poszczególne grupy w następujący sposób:

A. Składnik podstawowy (pochodna celulozy)
B. Mieszanina rozpuszczalników
C. „ środków rozcieńczających tzw. rozcieńczaczy lub nierozpuszczalników.
D. Plastyfikatory czyli uplastyczniacze i zmiękczacze.
E. Pigmenty.

Jakość i dobroć cellonu zależy z jednej strony od gatunku poszczególnych składników użytych do wyrobu, z drugiej zaś od doboru odpowiednich składników oraz ich wzajemnego stosunku.

A., Główne podstawowe składniki, jak to już było wyżej wspomniane: acetoceluloza i nitroceluloza są estrami celulozy i kwasu octowego lub azotowego.

Acetoceluloza, którą otrzymuje się przez acetylację celulozy za pomocą bezwodnika octowego jest trudnopalnym, białym ciałem stałym, trwałym chemicznie, rozkładającym się dopiero ok. 200° C. Istnieją 2 gatunki acetocelulozy: rozpuszczalna w chloroformie i rozpuszczalna w acetonie. Pierwsza jest trójacetocelulozą, drugą otrzymuje się z pierwszej przez traktowanie jej rozcieńczonymi kwasami. Powstaje wtedy produkt z zawartością reszt kwasu octowego pośrednią między dwuacetocelulozą, a trójacetocelulozą. W przemyśle lakierniczym używa się tylko acetocelulozy rozpuszczonej w acetonie.

Nitrocelulozę otrzymuje się przez nitrowanie celulozy przy pomocy mieszaniny kwasów azotowego i siarkowego. Jest to białe ciało stałe, bardzo łatwopalne i wybuchowe. Pod względem chemicznym jest to mieszanina dwunitro- i trzynitrocelulozy. Własności nitrocelulozy w dużej mierze zależą od zawartości azotu i warunków reakcji. Istnieje cały szereg gatunków nitrocelulozy o rozmaitych wiskozach. Do cellonów używa się nitrocelulozy średnio i wysoko-wiskozowej. Najczęściej używana jest nitroceluloza o wiskozie 15—20 sek. (oznaczonej wg amerykańskiej kulkowej metody) i o zawartości azotu 11,8—12,4%. Nitrocelulozy o niskiej wiskozie nie używa się do cellonów, gdyż daje ona błony o niskiej trwałości. Wiskozę nitrocelulozy oznacza się po rozpuszczeniu jej w standartowej mieszaninie rozpuszczalników.

B. Głównym i prawie wyłącznym rozpuszczalnikiem przy wyrobie cellonów acetocelulozowych jest pierwszy z szeregu keton alifatyczny: aceton, w którym acetoceluloza rozpuszcza się z łatwością. Drugim rozpuszczalnikiem acetocelulozy, używanym w niewielkich ilościach i odgrywającym jednocześnie rolę środka opóźniającego parowanie, a także poniekąd rolę uplastyczniacza jest alkohol benzylowy.

Rozpuszczalniki służące do wyrobu nitrocellonów, a jest ich o wiele więcej niż dla acetocellonów, są to przeważnie estry kwasu octowego i rozmaitych alkoholi np.: octan metylu, etylu, amylu, butylu, a także ketony jak: aceton, metyloetyloketon i inne. Wszystkie te rozpuszczalniki można podzielić na trzy grupy: niskowrzące, średniowrzące i wysokowrzące. Do wyrobu nitrocellonów używa się przeważnie mieszaniny kilku wymienionych rozpuszczalników. Niektóre wysokowrzące rozpuszczalniki są zarazem tzw. opóźniaczami parowania.

C. Oprócz rozpuszczalników przy wyrobie cellonów są używane tzw. rozcieńczacze, w których aceto-, czy nitroceluloza nie rozpuszcza się i które służą, jak to wskazuje nazwa, do rozcieńczania cellonów celem uzyskania odpowiedniej konsystencji, zapewnienia wolniejszego i równomierniejszego parowania, a także obniżenia ceny cellonu, gdyż rozcieńczacze są o wiele tańsze niż rozpuszczalniki. Oczywiście ilość ich jest ograniczona, nadmiar bowiem mógłby spowodować łatwe wytrącanie się aceto- lub nitrocelulozy i tym samym zepsuć własności cellonu. Jako rozcieńczaczy

używa się najczęściej alkoholi, jak alkohol etylowy, butylowy i węglowodorów aromatycznych jak benzen, toluen, ksylen.

D. Plastyfikatory i zmiękczacze są to ciała stałe lub wysokowrzące ciecze, które podczas procesu schnięcia cellonu zostają w błonie cellonowej wraz ze składnikiem podstawowym, nadając jej elastyczność i trwałość. Plastyfikatorom stawia się następujące wymagania: powinny one być trudnolotne, trudnopalne, dobrze rozpuszczalne w rozpuszczalnikach aceto- i nitrocelulozy, obojętne i nieodszczepiające z biegiem czasu kwasów, poza tym powinny dać się dobrze rozcierać z pigmentami i nie posiadać zapachu oraz własności higroskopijnych.

Jako uplastyczniacze do acetocellonów głównie są używane: trójfenylofosforan, następnie trójacetyna poza tym mleczany, ftalany i inne. Najlepszym z nich jest trójfenylofosforan, który dodany w odpowiedniej i nie za dużej ilości nadaje powłoce cellonowej znaczną trwałość i wiele innych cennych własności np. zmniejsza prawie całkowicie palność powłoki.

Przy produkcji nitrocellonów głównie używanymi plastyfikatorami są: trójkrezylofosforan, olej rycynowy i cały szereg sztucznych żywic w postaci ciał ciekłych lub stałych. Jeśli chodzi o łatwość produkcji cellonu to najkorzystniejszymi są uplastyczniacze ciekłe, gdyż łatwo i dobrze dają się rozcierać z pigmentami.

E. Jako pigmenty do cellonów są używane głównie pigmenty mineralne zarówno naturalne (kopane z ziemi i następnie przerabiane) jak i sztuczne (wytwarzane chemicznie) np. ochry żelazowe, czerwienie żelazowe, żółcienie chromowe, biele cynkowa i tytanowa, brąz aluminiowy i inne.

Oprócz tego w bardzo niewielkich ilościach używa się pigmentów organicznych, osadzonych na podłożu nieorganicznym np. czerwieni imitacyjnych.

Duża siła krycia, duży stopień rozdrobnienia i światłoodporność, oto najważniejsze wymagania, jakie stawia się pigmentom.

Fabrykacja cellonów jest bardzo prosta i polega na zwykłym rozpuszczeniu składnika podstawowego w mieszaninie rozpuszczalników i rozcieńczaczy, a następnie na dokładnym wymieszaniu tego roztworu z pigmentem, roztartym z plastyfikatorem i ciężkimi rozpuszczalnikami.

Istnieją dwa rodzaje cellonów: podkładowe, które nakłada się w kilku warstwach bezpośrednio na płótno oraz nawierzchniowe, nakładane na płótno już pokryte cellonem podkładowym.

Zależnie od tego, czy mamy do czynienia z cellonami acetocelulozowymi, czy nitrocelulozowymi stosuje się odrębną technikę malowania. Cellony acetocelulozowe zarówno podkładowe jak i nawierzchniowe maluje się wyłącznie pędzlem, w odstępach czasu minimum co 6 godzin warstwa; całkowite zużycie cellonu wynosi 1 kg/m² powierzchni płótna, przy czym ilość tę nakłada się w 4 warstwach.

Jeśli chodzi o nitrocellony, to tylko 2 pierwsze warstwy nitrocellonu podkładowego należy malować pędzlem (w odstępach czasu minimum co 1 godzina) następne zaś można natryskiwać pistoletem po odpowiednim rozcieńczeniu (także w jednogodzinnych odstępach czasu).

Nitrocellon nawierzchniowy należy koniecznie natryskiwać. Ilość warstw nitrocellonu (a tym samym zużycie materiału i obciążenie płótna) zależy od tego, jaki stopień gładkości chce się uzyskać i może dochodzić nawet do kilkunastu warstw, jeżeli powłoka ma być wykończona na tak zwane „lustro". Wtedy należy poszczególne warstwy szlifować i odpowiednio polerować. Jenakże minimalna ilość warstw potrzebna do uzyskania odpowiedniego napięcia to 3—4 warstw nitrocellonu podkładowego i 2 warstwy nitrocellonu nawierzchniowego.

Miejsce gdzie odbywa się malowanie, czyli tak zwana malarnia musi posiadać odpowiednie warunki temperatury (minimum 18° C) i wilgotności (maksimum 65% wilgotności względnej), aby otrzymana powłoka tak co do wyglądu, jak i co do trwałości odpowiadała całkowicie wymaganiom.

Jeżeli chcemy porównać cellony acetocelulozowe z nitrocelulozowymi, to zobaczymy, że zarówno jedne jak i drugie mają swe wady i zalety. I tak największą wadą acetocellonów jest znaczna wrażliwość ich powłok na zmiany wilgotności i temperatury, co powoduje bardzo duże wahania napięcia płótna na samolotach. Następnie acetocellony są znacznie wrażliwsze od nitrocellonów na warunki, w jakich odbywa się malowanie i dlatego wymagają lokalu bezwzględnie ciepłego i suchego. W razie nie przestrzegania wyżej wymienionych warunków następuje wytrącenie się acetocelulozy w postaci białych plam, co bardzo ujemnie wpływa na własności powłoki, zwłaszcza na jej wygląd i trwałość. Podobne zjawisko można zauważyć, gdy mamy do czynienia z cellonem o nieodpowiednio dobranym składzie rozpuszczalników np. posiadającym za dużo rozpuszczalników niskowrzących, które szybko parując gwałtownie ochładzają powłokę, powodując skroplenie się na jej powierzchni kropelek pary wodnej z powietrza. Skroplona para wytrąca acetocelulozę, co powoduje powstawanie białych plam na malowanym płótnie. Poza tym pokrywanie acetocellonami musi odbywać się znacznie wolniej, gdyż wymagają one dłuższego czasu schnięcia.

Powłoki nitrocellonowe wykazują na ogół o wiele większą stałość napięcia płótna, niż acetocelulozowe i są mniej wrażliwe na warunki, w ja-

kich odbywa się malowanie choć i tu także musi być zachowane pewne minimum wymagań co do temperatury i wilgotności. Następnie szybkość pokrywania nitrocellonami jest większa niż acetocellonami, gdyż wymagają one o wiele krótszego czasu schnięcia pomiędzy warstwami. Na przyśpieszenie pracy wpływa także możność natryskiwania warstw nitrocellonu, poza dwiema pierwszymi, które obowiązkowo należy malować pędzlem celem dokładnego wtarcia, a tym samym uzyskania należytego przesiąknięcia nitrocellonu podkładowego przez płótno. Jako jedną z dalszych zalet nitrocellonów należy wymienić łatwość szlifowania i polerowania powłok, a co za tym idzie możność otrzymania powłok o nadzwyczajnym połysku i gładkości. Oczywiście, że takie wykończenie powłoki jest bardzo kosztowne, gdyż wymaga zarówno dużej ilości cellonu, jak i podnosi koszta robocizny.

Największą wadą nitrocellonów w stosunku do acetocellonów jest znacznie większa palność powłoki. Szybkość spalania się płótna pokrytego przeciętnym nitrocellonem jest ok. $2^1/_2$ razy większa, niż szybkość spalania się płótna pokrytego najbardziej palnym acetocellonem. Palność powłok nitrocellonowych daje się znacznie obniżyć przez użycie odpowiedniego plastyfikatora.

Co się tyczy trwałości, to dobre nitrocellony wcale nie ustępują acetocellonom, a w niektórych wypadkach wykazują większą trwałość powłok.

W związku z zadaniem, jakie mają spełnić cellony, przy ocenie ich bierze się pod uwagę następujące właściwości powłok cellonowych:

1. Stopień napięcia oraz jego stałość.
2. Wzrost wytrzymałości płótna.
3. Obciążenie płótna cellonem.
4. Palność powłoki.
5. Trwałość powłoki.

Wszystkie wyżej wymienione własności są w dużej mierze zależne od rodzaju składnika podstawowego, a także od doboru odpowiedniego składu.

1. Uzyskanie odpowiedniego napięcia płótna zależy od podstawowego składnika i stosunku składników w cellonie. Stałość napięcia zależy przede wszystkim od rodzaju podstawowego składnika i od zawartości plastyfikatora. Za duże ilości plastyfikatora zarówno źle wpływają na samo napięcie jak i na jego stałość.

2. Wzrost wytrzymałości płótna pokrytego cellonem zależy od zawartości w cellonie składnika podstawowego, a także od jakości tego składnika.

3. Obciążenie płótna cellonem zależy od jakości podstawowego składnika i od tego jaki stopień gładkości chcemy otrzymać. Im większa jest wiskoza podstawowego składnika, tym mniejsze jest obciążenie przy tym samym napięciu. Im większą gładkość powłoki chcemy otrzymać, tym więcej warstw musimy nałożyć i tym samym zwiększa się obciążenie płótna.

4. Palność powłoki zależy z jednej strony od rodzaju składnika podstawowego, z drugiej strony od rodzaju użytego plastyfikatora. Są plastyfikatory, które wcale nie wpływają na palność powłoki, są i takie, które ją znacznie obniżają.

5. Trwałość powłoki cellonowej zależy przede wszystkim od ilości i rodzaju zawartego w niej plastyfikatora, który nadaje powłoce elastyczność i powoduje jej trwałość. Poza tym w dużej mierze zależy ona od pigmentu, który w postaci zawieszonej (pigmenty nieorganiczne) lub rozpuszczonej (pigmenty organiczne) chroni powłokę od niszczącego działania promieni słonecznych. Jest rzeczą powszechnie znaną, że cellony bezbarwne są o wiele mniej trwałe, niż barwne. Jednakże ilość pigmentu nie może być za duża, gdyż nadmiar powoduje nieelastyczność i kruchość powłoki cellonowej. Na trwałość powłoki wpływa także rodzaj pigmentu użytego zarówno do cellonu podkładowego jak i nawierzchniowego. Użycie pigmentu srebrnego lub czerwonego (z czerwieni żelazowej) znacznie wpływa na zwiększenie trwałości powłoki, nawet jeśli wspomniane pigmenty znajdują się w cellonach podkładowych. Przyczyna tego zwiększenia trwałości leży w następującym: brąz aluminiowy a także czerwień żelazowa pochłaniając promienie ultrafiołkowe ochraniają zarówno płótno jak i powłokę cellonową od ich niszczącego działania.

Zmniejszenie trwałości powłoki czyli tak zwane starzenie objawia się w jej kruszeniu i stracie elastyczności. Jako pierwsze stadium występuje pękanie powłoki pod wpływem nacisku. Jako dalsze stadium występuje samorzutne pękanie bądź w kształcie dużych i kolistych, bądź też w postaci drobniejszych, gałązkowatych lub bezładnych pęknięć. Czynniki, które wywołują owo starzenie są to: działanie promieni słonecznych, tlenu, powietrza, wiatru, deszczu, wysokich i niskich temperatur oraz ich zmian. Jak stwierdzono, najbardziej mordercze dla powłok cellonowych są promienie ultrafiołkowe. Dlatego też powłoki cellonowe najszybciej starzeją się w okresie wiosennym i letnim. Ten sam cellon, który w okresie jesiennym i zimowym może przetrwać bez pękania 8 miesięcy, w okresie wiosennym i letnim ulega pękaniu już po 2—3 miesiącach. Dla oceny wartości użytkowej cellonów bierze się przede wszystkim pod uwagę wyżej wymienione własności powłoki.

Badanie składu chemicznego jest mniej ważne i służy raczej do identyfikacji już znanego produktu. Oczywiście, że znajomość składu chemicznego jest rzeczą bardzo cenną, gdyż pozwala zo-

rientować się, który składnik w jakim stopniu wpływa na daną własność, a także tłumaczy tę lub inną wadę cellonu.

Do określenia najważniejszych własności cellonów, a właściwie ich powłok stosuje się następujące metody:

1. Określenie napięcia płótna pokrytego cellonem polega przeważnie na mierzeniu strzałki ugięcia płótna pod określonym obciążeniem.

Napięcie jest odwrotnie proporcjonalne do strzałki ugięcia, mierząc więc ją wyrabiamy sobie pojęcie o zdolności napinającej danego cellonu. Do oceny napięcia płótna używa się aparatów zbudowanych w myśl wyżej wspomnianej zasady. Stałość napięcia płótna określa się mierząc je w rozmaitych warunkach tj. podczas natrysku wodą, bezpośrednio po natrysku, w okresie schnięcia i podczas ogrzewania i ochładzania.

Wahania napięcia najlepiej zobrazować odpowiednią krzywą.

2. Oznaczenie zwiększenia wytrzymałości pokrytego cellonem płótna polega na zerwaniu na wytrzymałościowej maszynie Schoppera próbek płótna pocellonowanego i niepocellonowanego i na obliczeniu (z różnicy) zwiększenia wytrzymałości na 1 m bieżący płótna. Próbki do oznaczenia wytrzymałości wycina się wzdłuż wątka i wzdłuż osnowy i bierze średnią wartość otrzymanych wyników.

3. Określenie obciążenia płótna cellonem polega na ważeniu kawałka płótna o określonej powierzchni przed malowaniem i po malowaniu i całkowitym wyschnięciu powłoki. Z różnicy wagi oblicza się obciążenie na 1 m^2 płótna.

4. Oznaczenie palności polega na mierzeniu czasu spalania się pasków pocellonowanego płótna o określonej długości i szerokości. Zwykle robi się 10 pomiarów i bierze się średni wynik.

5. Trwałość powłoki cellonowej może być określona wg długotrwałej metody naturalnego starzenia albo też wg krótkiej laboratoryjnej metody sztucznego starzenia.

Pierwsza metoda polega na poddaniu próbek płótna pokrytego cellonem i napiętego na wzorcowych ramach działaniu wpływów atmosferycznych tj. na wystawieniu ich na wolne powietrze przy pochyleniu ram pod kątem 45° na południe (najbardziej ostre warunki). Okresowo bada się elastyczność powłok pod naciskiem palca oraz spadek wytrzymałości płótna. Metoda przyśpieszonego starzenia powłoki polega na naświetlaniu próbek płótna pocellonowanego (napiętego na małych ramkach) pod lampą kwarcową przy równoczesnym, okresowym polewaniu ich 3% roztworem wody utlenionej. Co kilka godzin wyjmuje się próbki z pod lampy kwarcowej, pozostawia do zupełnego ostygnięcia i bada się elastyczność powłoki pod naciskiem. Obie próby przeprowadza się zawsze porównawczo z powłokami cellonów wzorcowych.

Zgodność wyników otrzymanych metodą przyśpieszoną i metodą naturalnego starzenia jest potwierdzona dużą ilością doświadczeń.

Na tym zakończę ogólnie ujęty całokształt zagadnienia cellonów, przy czym zaznaczę, że kwestia ta jest bardzo ważna w krajach produkujących samoloty kryte płótnem.

Inż. JAN LANG
Lublin

Oczyszczanie powierzchni metalowych

(Odrdzewianie, odtłuszczanie, zmywanie starych farb).

Problem oczyszczenia powierzchni metalowych — specjalnie w lotnictwie — gdzie zapobieganie wszelkiego rodzaju korozji ma wagę prawie że życia ludzkiego — jest bardziej starannie opracowany, niż w innych gałęziach przemysłu. Odpowiedni dobór lakierów i emalii, wysokie wymagania stawiane w pracy warsztatowej zmuszają do zwrócenia bacznej uwagi na części zabezpieczane. Ukrycie pod warstwą choćby najlepszego lakieru ogniska korozji (rdzy, lub zupełnie specyficznych zaczątków korozji metali lekkich) spowodować może nieobliczalne w skutkach następstwa. Wypadki korozji aluminium, a specjalnie duralu pod warstwą lakieru, nawet w zestawach konstrukcyjnych z góry wykluczających obecność wody są jednak znane.

Wobec tych faktów należy przestrzegać z całą stanowczością i konsekwencją zasady „czystej powierzchni metalu pod lakier".

Jakościowo spotyka się w lotniczym warsztacie lakierowniczym cały szereg metali: stale węgliste i uszlachetnione dodatkami stopowymi aż do stali nierdzewnych stopowych, metale lekkie jak alupolon, aluminium i stopy magnezu, tak bardzo nieodporne na wpływy zewnętrzne. Spośród materiałów nawet jednego gatunku wyróżniają się grupy o różnej przeszłości termicznej czy też mechanicznej obróbki, co też nie jest bez wpływu na problem zabezpieczenia, specjalnie jeśli idzie o metale lekkie.

Poza tymi tak zwanymi „czystymi powierzchniami" często spotyka warsztat lakierniczy po-

wierzchnie już uprzednio malowane, które trzeba oczyścić specjalnymi zmywaczami farb i lakierów.

Odrdzewianie stali, zależnie od jej gatunku i przeznaczenia odbywa się różnymi odrdzewiaczami. Zasadniczo oparte są one przeważnie na kwasie fosforowym, choć np. dla stali nierdzewnych, wysokociągliwych, specjalnie po obróbce termicznej („odpuszczenie" po tłoczeniu) taki odrdzewiacz stosowany tutaj jako kąpiel nie będzie działał.

W najprostszym wypadku stali węglistej lub uszlachetnionej tylko małymi dodatkami innych metali występuje w praktyce na częściach konstrukcyjnych zazwyczaj tylko nieznaczny nalot rdzy stosunkowo łatwo zmywalny dobrym zmywaczem, specjalnie jeśli nie jest zatłuszczony.

Odrdzewiacz do tego typu prac, zestawiony na kwasie fosforowym (jeśli idzie o kwas fosforowy krajowy — to jest tylko na rynku kwas 50%-owy), winien zawierać już składniki umożliwiające równoczesne odtłuszczenie powierzchni. Szereg odrdzewiaczy zawierających te dwa zasadnicze składniki, jak kwas fosforowy (częstokroć z małym dodatkiem kwasu siarkowego dla wzmocnionego działania), wodę oraz składniki odtłuszczające, zawiera także i czynnik zabezpieczający przed dalszym rdzewieniem, dający warstwy ochronne.

Przeprowadzone próby w Lubelskiej Wytwórni Samolotów z odrdzewiaczem zawierającym mały dodatek siarczanu manganu obok siarczanu żelazowego, dającym warstwę ochronną, wykazały znaczną następną odporność odrdzewianej uprzednio powierzchni.

W niektórych jednak wypadkach stosowanie tego typu odrdzewiaczy nie jest wskazane. Jeśli idzie o usunięcie nalotu rdzy z części ciernych, polerowanych (bolce) wytworzenie warstwy ochronnej, choćby najmniej „hamującej" ruch nie jest wskazane. Stosuje się wtedy odrdzewiacze bez tych dodatków, a nawet często z dodatkami kwasów rozpuszczających fosforany np. kwasu cytrynowego.

Odrdzewianie, a raczej dekapowanie blach nierdzewnych, tłoczonych, odbywa się zwykle na ciepło w temperaturze nawet 60° C. Od składu kąpieli i warunków trawienia zależy późniejszy wygląd powierzchni. Ponieważ części z blachy nierdzewnej nie są zazwyczaj malowane, więc wygląd powierzchni ma tu duże znaczenie. W skład tych kąpieli wchodzą kwasy azotowy, solny i siarkowy, zmieszane w różnych stosunkach z dodatkami bajc oszczędnościowych, przy czym zauważyć należy, że także i od gatunku użytej bajcy zależy w dużej mierze wygląd powierzchni; dobre wyniki daje np. bajca zestawiona ze skrobii i fluoresceiny, choć w wypadku złego rozpuszczenia kleiku skrobiowego powierzchnia metalu wychodzi bardzo nierówna. Przy użyciu tej bajcy trzeba zwracać uwagę na należyte sporządzenie kąpieli jak i na temperaturę trawienia. Po zabiegach kwaszących naturalnie jak i przy użyciu wszystkich odrdzewiaczy musi nastąpić dokładne wymycie wodą, a potem, specjalnie jeśli chodzi o części spawane, neutralizacja w kąpieli alkalicznej.

Oczyszczenie aluminium spawanego odbywa się przede wszystkim za pomocą wody i niskoprocentowego kwasu azotowego, następne osuszenie i przemycie spirytusem. Chodzi tu przede wszystkim o wymycie resztek proszków do spawania, składających się z chlorków metali lekkich, powodujących silną korozję aluminium. Również dural wygrzany (hartowany) w kąpieli eutektycznej, złożonej z mieszaniny saletry sodowej i potasowej musi być następnie dokładnie wymyty wodą. Jeśli chodzi o wodę, winna być stosowana woda kondensowana, nie zawierająca chlorków.

Części konstrukcyjne ze stopów magnezu tzw. Elektronu po spawaniu winny być wymyte jak najdokładniej ciepłą wodą. Stosowanie wszelkich kąpieli z kwasu azotowego, zresztą tak samo jak i zestawianie kąpieli hartujących na azotanach jest wykluczone ze względu na silną korozję Elektronu. Wymyte dokładnie części z Elektronu zabezpiecza się natychmiast bajcą ochronną, złożoną z kwasu siarkowego i dwuchromianu alkalicznego i tylko tak zabezpieczone części mogą być malowane.

Wszystkie te procesy zdążają do oczyszczenia powierzchni z jej rodzimych i warsztatowych zanieczyszczeń, lecz nie przygotowują jej ostatecznie do malowania. Przedmioty te są zwykle jeszcze zatłuszczone. Zależnie od rodzaju lakieru jakim mają być później malowane, stosuje się dalsze czyszczenie. I tak dla lakierów i emalii oleo-żywicznych i pokrewnych wystarczy zmycie lekką benzyną lub lepiej jeszcze czystym benzenem. W praktyce stosuje się jednak zwykle benzynę ze względu na trujące własności benzenu. Zmycie natomiast benzyną pod lakiery lub emalie nitrocelulozowe i pokrewne jest niewystarczające, gdyż benzyna nie zawsze dobrze odtłuszcza, a nawet zawiera często frakcje wysokowrzące, zbliżone do nafty, które psują lakier nitrocelulozowy. Dobre byłoby i dla lakierów nitrocelulozowych wymycie ciepłym benzenem, lecz także nie można go używać. Używa się w tym wypadku specjalnych „zmywaczy do blach" o ściśle określonych własnościach, nie atakujących zmywanego materiału.

Zmywaczy tych trzeba użyć zawsze, gdy ma się do czynienia z powierzchnią oczyszczoną uprzednio zmywaczami farb i lakierów.

Zmywacze farb i lakierów stanowią duży dział zagadnień chemicznych. W zależności od gatunku lakieru używa się różnych zmywaczy, choć nie brak również i typów uniwersalnych.

Usuwanie starej farby jest jedną z kłopotliwych operacyj w lakiernictwie; ze względu na jakość materiału konstrukcyjnego w lotnictwie, stosowanie zmywaczy alkalicznych jak i opalanie lakieru jest nie do pomyślenia. Stosuje się też tylko zmywacze złożone z rozpuszczalników organicznych; działają one szybko, nie niszczą pędzli i szpachli i nie działają szkodliwie na materiały konstrukcyjne.

Zmywacze te składają się z następujących zasadniczych części: rozpuszczalników organicznych, zmiękczających lub rozpuszczających stary lakier, środków powodujących zagęszczenie zmywacza i opóźnienie odparowania rozpuszczalników lekkich oraz z rozcieńczaczy.

Zadaniem rozpuszczalników jest zmiękczenie filmu starego lakieru, rozpuszczenie wiążących film żywic, estrów celulozy, chlorowanego kauczuku lub utlenionych i zpolimeryzowanych olejów schnących. Do tego celu używa się znanych rozpuszczalników, jak benzolu i jego pochodnych (toluol, ksylol), rzadziej chlorowanych pochodnych benzolu i etylenu, estrów i ketonów alifatycznych oraz spirytusu. Specjalną rolę w zmywaczach odgrywa jako rozpuszczalnik chlorek metylenu (CH_2Cl_2) o punkcie wrzenia 40^0 i ciężarze właściwym 1,337. W handlu znajdują się dwa produkty: chlorek metylenu 98/100% o danych fizycznych: granice wrzenia: 39—41° C, ciężar właściwy: $D \frac{20^0}{4^0} = 1{,}324 - 1{,}326$ oraz chlorek metylenu techniczny o danych: granice wrzenia: 39—62° C, ciężar właściwy: $D \frac{20^0}{4^0} = 1{,}365 - 1{,}380$). Chlorek metylenu posiada bardzo dobre własności rozpuszczające i co w niektórych wypadkach jest ważne jest niepalny. Rozpuszcza on wszystkie materiały wiążące film lakieru, z wyjątkiem czystej nitrocelulozy.

Zależnie od przeznaczenia zmywacza podane wyżej produkty będą albo rozpuszczalnikami lub rozcieńczaczami, jak np. benzen będzie tylko rozcieńczaczem w zmywaczach do lakierów nitrocelulozowych, gdzie zasadniczymi rozpuszczalnikami będą aceton, jego pochodne oraz estry (octany wyższych alkoholi).

Wszystkie rozpuszczalniki należą do cieczy niskowrzących i wrą zwykle poniżej 100° C. Zestawienie zmywacza wyłącznie z tych związków pomijając już ich stosunkowo wysoką cenę, nie dałoby dobrego wyniku, gdyż mimo, że lakier pod ich wpływem natychmiast mięknie, jednak ta „miękkość" trwa krótko; rozpuszczalniki te z lakieru prędko wyparowują i błona lakieru jest po chwili znów twarda. Praca więc takim zmywaczem byłaby niemożliwa. Poza tym zmywacze te byłyby bardzo rzadkie i spływałyby szybko z pionowych powierzchni, prawie ich nie zwilżając.

Zagęszczenie zmywacza i opóźnienie jego parowania uzyskuje się przez takie dodatki jak wosk, naftalen, parafina, pochodne celulozy (nitroceluloza i acetyloceluloza).

Specjalną rolę w zmywaczach zestawionych na chlorku metylenu odgrywa metyloceluloza.

Jednym z najlepszych dodatków jest parafina; opóźnia bowiem najwięcej parowanie zmywacza, naftalen ułatwia zaś późniejsze zmywanie powierzchni po zmywaczach, specjalnie użyty łącznie z metylocelulozą.

Stosowane dawniej dodatki nierozpuszczalne, jak trociny, mączka drzewna, kreda itp. — wyszły zupełnie z użycia.

Wchodzące jeszcze w skład zmywacza rozcieńczacze — są to tanie rozpuszczalniki organiczne, które w niektórych wypadkach nawet nie rozpuszczają lakieru (np. benzen nitrocelulozy), zazwyczaj jednak w połączeniu z innym rozcieńczaczem lub rozpuszczalnikiem (przeważnie spirytusem) tworzą rozpuszczalnik i pomagają do zmycia lakieru. Nie mniej jednak dodanie dużej ilości rozcieńczaczy do zmywacza (choćby ze względów kalkulacyjnych) psuje zwykle siłę zmywania.

Jak już wyżej podałem, specjalny typ zmywaczy używany przede wszystkim w Niemczech zestawia się na chlorku metylenu i metylocelulozie Chlorek metylenowy nie jest dotychczas w Polsce wyrabiany, choć mógłby mieć i u nas duże zastosowanie. Profesor Lwowskiej Politechniki Dr Inż. E. Sucharda opracował produkcję chlorku metylenu przez chlorowanie metanu (gazu ziemnego). Produkowany w Polsce trójchloroetylen nie zastąpi nigdy chlorku metylenu, gdyż obok dobrych własności rozpuszczania posiada wyższy punkt wrzenia i jest trujący, podczas gdy chlorek metylenu, a raczej jego pary, co jest ważniejsze, nie mają trujących własności. Chlorek ten z pewnością byłby o wiele tańszy od wszystkich innych rozpuszczalników, jak to jest zresztą w Niemczech.

Z użyciem chlorku metylenu do zmywaczy wiąże się użycie metylocelulozy. Zmywacze tego typu mają tę ogromną zaletę, że po zmyciu farby można resztki zmywacza (specjalnie jeśli zawiera tylko nieduże ilości parafiny obok większych ilości naftalenu) odmyć z powierzchni zmywanej

wodą lub mydłem. Metyloceluloza posiadając duże własności emulgujące jest rozpuszczalna właśnie w chlorku metylenowym, zmieszanym ze spirytusem lub metanolem w stosunku od 90 : 10 do 60 : 40.

Poza tym metyloceluloza rozpuszcza się w wodzie i wodny jej roztwór ma duże własności emulgujące. Niestety również i metyloceluloza nie jest w Polsce wyrabiana, mimo że jest używana do bardzo wielu produktów (mydła, pasty do zębów itp.) i jest sprowadzana z Niemiec pod nazwą Tylose wyrobu Kalle et Co. A. G. Wiesbaden-Biebrich — należącej do I. G. Farbenindustrie.

Jako przykład typowego zmywacza opartego na chlorku metylenu i metylocelulozie podam:

65	części	chlorku metylenu
10	„	estrów i ketonów organicznych, niskowrzących
13	„	spirytusu lub metanolu
2	„	acetylocelulozy
2	„	metylocelulozy
0,5—2	„	parafiny (lub 1 część parafiny + 3 części naftalenu)
6	„	toluolu.

Zmywacz ten działa bardzo szybko i co najważniejsze daje się potem łatwo zmywać z blach.

Wymagania jakie stawiane są dobremu zmywaczowi są następujące:

1. Nie powinien mieć zbyt wiele osadu, osad na zimno powinien się dobrze mieszać ze zmywaczem a na ciepło zupełnie w zmywaczu rozpuszczać.

2. Powinien dać się dobrze pędzlem rozprowadzać i nie za prędko spływać z pionowych powierzchni.

3. Pary zmywacza nie mogą być szkodliwe dla zdrowia i zmywacz nie powinien nagryzać naskórka.

4. Najwyżej po 10 minutach powinien powodować całkowite zmywanie farby aż do czystego materiału (blachy), tak aby całą farbę łatwo było zdjąć szpachlą.

5. Nie powinien szybko wysychać (6—8 godzin).

Użycie zmywaczy jest nadzwydzaj proste: pędzlem nakłada się zmywacz na starą farbę, czeka chwilę, aż całkiem zmięknie i odstanie i zbiera się szpachlą. Zmywacze lakierów i emalii olejnych powodują odrazu odpadanie emalii od blachy, tak że da się odmyć blachę wprost pędzlem.

Po użyciu zmywaczy, przed malowaniem powtórnym, należy jeszcze staranniej odmyć powierzchnię zmywaną niż zwykle. Pozostawienie pod warstwą lakieru choćby śladu zmywacza spowoduje nieschnięcie w tym miejscu świeżego lakieru. Nie wystarcza zmywanie powierzchni benzyną, gdyż ta dość trudno rospuszcza parafinę pozostałą po zmywaczu. Używa się w tym celu specjalnych „zmywaczy do blach“ zawierających stosunkowo znaczne ilości węglowodorów aromatycznych, dobrze rozpuszczających parafinę i naftalen. Po użyciu zmywacza z chlorkiem metylenowym z dodatkiem metylocelulozy zmywa się powierzchnię wodą lub lepiej mydłem i wodą. Taki cykl operacyj jest naturalnie o wiele tańszy, gdyż zmywacze do blach są stosunkowo drogie.

Jak z powyższych rozważań wynika problem należytego oczyszczenia powierzchni metalowych i przygotowania ich do malowania jest dość skomplikowany. Specjalnie dziś, kiedy wprowadza się coraz to nowe tworzywa lakiernicze kwestie te są ważne. Coraz to bardziej „precyzyjna“ budowa chemiczno-techniczna lakieru wymaga precyzyjnego przygotowania powierzchni metalowej; długotrwałość lakieru oraz spełnienie wszystkich rygorystycznych warunków technicznych lotniczych zależy w dużej mierze od dobrego wykonania warsztatowego. Choć może naogół wydaje się ten problem nie tak ważny — to jednak doświadczenie warsztatowe wskazuje, że przy użyciu nowoczesnych lakierów większość nieudałych prac warsztatu lakierniczego ma za przyczynę brak obeznania personelu z tymi zagadnieniami.

Inż. JAN LANG
Lublin

Lakiery lotnicze

W lotnictwie spotyka się cztery zasadnicze tworzywa konstrukcyjne, które należy zabezpieczyć przed wpływami zewnętrznymi, niszczącymi te tworzywa a to: drewno w różnych formach i różnych gatunków, płótna lotnicze, stal i metale lekkie.

Do zabezpieczenia i zarazem uszlachetnienia płótna stosuje się specjalne lakiery i emalie, zwane ogólnie cellonami lotniczymi i te ze względu na specjalny charakter nie wejdą w treść niniejszego artykułu.

Pozostałe lakiery do drewna, stali i metali lekkich, podzielić jeszcze należy na wewnętrzne i zewnętrzne, choć w praktyce rzadko taki podział jest uwzględniany.

Uwzględnia się raczej podział oparty na chemicznej budowie lakieru i to jest bardziej racjonalne. Według tego ostatniego kryterium podzielić

można wszystkie materiały lakiernicze następująco:

1. pokosty, półoleje naturalne i syntetyczne,
2. farby olejne,
3. lakiery i emalie oleo-żywiczne,
4. lakiery na chlorowanym kauczuku i żywicach syntetycznych z dodatkami olejów schnących, lub też
5. lakiery i emalie na estrach celulozy i kombinowane.

Ze względu jednak na technologię warsztatu lotniczego całość zagadnienia ujmę w następujące grupy:

1. lakiery do drzewa,
2. lakiery do metali lekkich,
3. lakiery do tworzyw stalowych i blach ocynkowanych.

Drewno jako materiał konstrukcyjny ma swoje zalety i wady: jest łatwo obrabialne, sprężyste i lekkie, ale znów z drugiej strony podlega łatwo wpływom zewnętrznym. Drewno nie zabezpieczone należycie zmienia pod działaniem wpływów zewnętrznych swe wymiary naprzemian, nasiąka wilgocią i schnie, zależnie od warunków zewnętrznych. Poza tym niezakonserwowane łatwo gnije i butwieje. Mimo to jest cennym materiałem konstrukcyjnym w lotnictwie.

Drewna w lotnictwie używa się gatunkowo różnego, ale zasadniczo w dwu formach: drewna pełnego i w formie sklejki.

Zadaniem lakieru będzie uszlachetnianie drewna, to jest po doprowadzeniu go do pewnych skrystalizowanych form konstrukcyjnych zupełne odizolowanie go od wpływów zewnętrznych.

Do tego celu używa się różnych sposobów i lakierów. Kryterium jakości zabezpieczenia będzie tutaj jak najmniejsza waga lakieru na metr kwadratowy, jak najmniejsza nasiąkliwość wodą w procentach oraz jak najdłuższa trwałość.

Naturalnie tak jak to obowiązuje wszystkie inne lakiery muszą one być odpowiednio twarde — szybko schnąć i być odpowiednio elastyczne przy dalszym wyglądzie błonki.

Najdawniejszym sposobem zabezpieczenia drewna było nasycanie drewna pokostem, specjalnie ciepłym. Dzisiaj stosują to niektóre wytwórnie lotnicze tylko jako wstępne gruntowanie pod lakier oleo-żywiczny, gdyż nasycenie drewna, choćby kilkakrotne samym pokostem nie uodpornia go na wpływy zewnętrzne, błonka bowiem pokostu wykazuje dość dużą przesiąkliwość wodą i jest miękka pomijając już długi czas schnięcia. W Chinach np. stosują do napawania drewna łodzi olej tungowy, zwany stąd drzewnym. Ale ten ma wybitne własności schnące i co ważniejsze jest bardzo odporny na wpływy zewnętrzne i wodę morską, nasiąka wodą i wysycha twardo. Raczej więc oleju tungowego należałoby użyć po gruntowaniu drewna, z tym jednak zastrzeżeniem, że ponieważ w grubej warstwie wysycha trudno i marszczy się, trzeba go używać w formie półoleju (rozcieńczony olej schnący terpentyną w stosunku 1 : 1).

Nowym materiałem do impregnacji drewna są roztwory żywic, kondensatów kwasu ftalowego z olejami schnącymi. Żywice te są bardzo odporne na wpływy zewnętrze, doskonale plastyczne i zsychają (zależnie od gatunku) twardo. Półolej zestawiony na tych produktach daje doskonały grunt pod lakiery oleo-żywiczne i wszystkie te, które zawierają w swym składzie olej schnący. Drewno zaimpregnowane takim gruntem wykazuje tylko znikomą nasiąkliwość wodą, niższą od 1%.

Na drewno zagruntowane zależnie od tego, gdzie dana część konstrukcyjna znajduje się na płatowcu, nakłada się albo lakier oleo-żywiczny bezbarwny lub emalię oleo-żywiczną kolorową. Na części wewnątrz płatowca nakłada się zazwyczaj lakier bezbarwny, na zewnętrzne kolorowy.

Lakiery i emalie oleo-żywiczne — jak wskazuje już sama nazwa — składają się z olejów schnących i żywic oraz farb suchych. Nawiasem tu podam, że terminologia lakiernicza rozróżnia farby olejne, tj. mieszaniny farb suchych z olejami schnącymi i tych lotnictwo prawie wcale nie używa ze względu na ich bardzo małą odporność mechaniczną (400 gr wg Clemena) i długie schnięcie oraz małą odporność na wpływy wilgoci. Następnie wyższym gatunkiem farb są farby lakierowe, są to farby olejne z dodatkiem lakieru oleo-żywicznego i tych niekiedy używa się do zabezpieczenia wewnętrznych konstrukcyj stalowych. Mają one własności pośrednie między farbami olejnymi a emaliami oleo-żywicznymi, jednak wymalowania nimi dają zazwyczaj stosunkowo dużą wagę błonki. Wyższymi typami są lakiery oleo-żywiczne oraz ich mieszaniny z farbami suchymi, tj. emalie.

Do wyrobu lakierów i emalii używa się dziś coraz więcej oleju tungowego zagęszczanego oraz oleju lnianego z dodatkiem odpowiednich sykatyw.

Specjalne lakiery odporne na wodę morską, których nasiąkliwość nie może przekroczyć 0,3% zawierają bardzo znaczny odsetek oleju drzewnego.

Jako sykatyw używa się tutaj przeważnie tlenków ołowiu, kobaltu i manganu lub też preparatów specjalnych — dobrze rozpuszczalnych w olejach — soli kwasów naftenowych lub mydeł, kwasu linolenowego (linoleatów). Znanym produktem z tej dziedziny o wysokich wartościach chemicznych są sole manganu, kobaltu, ołowiu lub ich kombinacje, tzw. Soligen'y.

Jako żywic używa się dziś prawie wyłącznie żywic syntetycznych. Lakiery, tzw. kopalowe oparte na naturalnych kopalach przeszły już w lotnictwie do historii. Miały one duże wady, a przede wszystkich nieodporność na wpływy zewnętrzne. Dziś używa się prawie wyłącznie żywic syntetycznych czy to ze względu polityki gospodarczej, jak w Niemczech, czy też ze względu na łatwiejszą przeróbkę.

Rozróżniamy dwa zasadnicze typy żywic: otrzymane przez polimeryzację i przez kondensację. Do pierwszych należą żywice kauczukowe (bardzo mało używane), żywice winylowe (Movilith, Aeronal), stosowane do lakierów spirytusowych i nitrocelulozowych oraz żywice aldehydowe (namiastki szellaku i kopali spirytusowych) stosowane do lakierów spirytusowych, a rzadko do olejnych. Do żywic otrzymanych przez kondensację należą żywice typu bakelitu (formaldehydofenolowe) w dwu gatunkach, tj. topiące się rezole i nie topiące resity, żywice amido-formaldehydowe, furolowe mające duże znaczenie dla lakierów olejnych i spirytusowych, żywice ketonowe (acetonowe) — używane tylko do lakierów nitrocelulozowych, akrelity, połączenia gliceryny z fenolem oraz dziś najwięcej wzięte żywice ftalowe, pochodne bezwodnika kwasu ftalowego. Do tych ostatnich zaliczyć można kondensaty olejów schnących reprezentowane przez Alkydale.

Żywic kumaronowych, mimo że są one odporne na ługi i kwasy nie używa się do lepszych gatunków lakierów.

Duże zastosowanie mają Albertole (Bekacyty), otrzymywane przez kondensację fenoli z formaliną oraz kalafonią, której nadmiar po ukończonej reakcji jest estryfikowany. Zastępują one kopale naturalne i dają się o wiele łatwiej gotować z olejem.

Przedstawicielami żywic syntetycznych ftalowych są Gliptale, produkty bezwodnika ftalowego z gliceryną; mają one duże własności izolacyjne, są odporne na działanie wody i bardzo odporne na działanie kwasów. Produktem polimeryzacji bezwodnika kwasu ftalowego z olejem lnianym i gliceryną są wspomniane wyżej Alkydale, niezastąpione w niektórych wypadkach żywice. Nawiasem podam, że ten typ żywic znalazł duże zastosowanie w Niemczech — ze względu na ograniczenie w używaniu oleju lnianego. Wojskowe przepisy niemieckie nakazują używać do malowania sprzętu wojskowego właśnie lakierów zawierających Alkydal ze względu też i na ich pierwszorzędną jakość.

Lakiery i emalie oleo-żywiczne używane w lotnictwie, mimo że dają one na ogół bardzo dobre zabezpieczenie od wpływów zewnętrznych, są jednak za ciężkie. Porównanie wagi błonki suchego lakieru nitrocelulozowego i olejnego przy tych samych zresztą jakościach, a dużych udogodnieniach warsztatowych — przechyla sprawę na korzyść lakieru nitro. Lakiery nitrocelulozowe do drzewa są używane w dwu rodzajach, jako lakier bezbarwny lub jako farba nitrocelulozowa. Lakiery bezbarwne dla wypełnienia drewna zawierają coraz to większe ilości żywic syntetycznych z coraz to silniejszą tendencją odtłuszczania lakieru przez dodatek Alkydali. Oprócz tego dodatek tego typu żywic powoduje wyższą odporność na wilgoć i elastyczność lakieru tak samo zresztą, jak w lakierach do drzewa opartych na chlorowanym kauczuku zamiast nitrocelulozy, dodatek ten zwiększa odporność na przesiąkanie wodą.

Jednym z trudnych zadań lakierów lotniczych jest uzyskanie lakieru naprawdę odpornego na paliwo lotnicze. Przeważna ilość podanych tutaj żywic jest rozpuszczalna w mieszance benzyno-alkoholowo-benzolowej. U lakierów olejnych łatwiej uzyskać odporność na mieszankę, gdyż zasadniczo wyschnięty film olejów schnących jest słabo w niej rozpuszczalny. Dodane żywice, jeśli nawet same są w niej rozpuszczalne, po przejściu pewnej reakcji chemicznej przy gotowaniu z olejem dają w wyniku film lakieru nierozpuszczalny. Jeśli natomiast chodzi o typy lakierów wyrabianych na zimno jak njtro, na chlorowanym kauczuku i podobnych materiałach sprawa przedstawia się zupełnie inaczej. Nitroceluloza, chlorowany kauczuk jak i większość tego typu materiałów są same nierozpuszczalne w mieszance, dodane do nich żywice i zmiękczacze zwykle rozpuszczalne, tak że w końcu otrzymałoby się film mało odporny na benzynę, mimo że dodałoby się żywic, które gotowane z olejem dałyby lakier odporny. Dobór więc żywic i uplastyczniaczy do tych lakierów lotniczych będzie najczulszym postulatem ich dobroci. Spośród Alkydali tylko jeden typ jest odporny na benzynę, tj. Alkydal W wyrobu I. G. Farbenindustrie, uplastyczniaczy odpornych na mieszanki jest natomiast więcej na rynku.

Powracając do farb nitrocelulozowych — najbardziej używanym typem do konserwacji wewnętrznych konstrukcyj drewnianych jest farba oparta na czerwieni żelazowej. Czerwień żelazowa jako pigment jest specjalnie uprzywilejowana w lotnictwie, z powodu doskonałych własności ochronnych i dużej odporności na światło. Kraje wyrabiające samoloty dla kolonij jako farb gruntowych na drzewo i płótna używają zawsze czerwieni żelazowej. Kilkuletnie doświadczenia angielskie w tej dziedzinie potwierdzają słuszność tej zasady. Nasze lotnictwo wprowadza też coraz więcej czerwieni żelazowej do emalii lotniczych

Jeśli chodzi o pigmenty, to przeważające miejsce zajmują nadzwyczaj odporne na wszelkie wpływy farby ziemne, a przede wszystkim ochra. Poza tym w bardzo wielu wypadkach jest stosowany brąz aluminiowy do gruntowania metali, oraz biel cynkowa i żółcień chromowa.

Konserwacja metali lekkich ze względu na ich małą odporność chemiczną wymaga specjalnej uwagi. Zwykle metale lekkie zabezpiecza się jeszcze pod lakier specjalnymi powłokami ochronnymi, wywołanymi chemicznie. Niezależnie więc od tego czy powierzchnia jest zabezpieczona czy nie, lakieruje się je jednakowo.

Zabezpieczanie lakierami i emaliami oleo-żywicznymi nie nastręcza zwykle specjalnych kłopotów; lakiery trzymają się dobrze powierzchni metalu lekkiego i uodporniają dostatecznie na wpływy zewnętrzne, specjalnie jeśli się stosuje lakiery tzw. wodoodporne. Także doskonałe wyniki daje zabezpieczenie tak Elektronu jak i aluminium i jego stopów lakierami piecowymi (oleo-żywiczne). Traktując sposoby zabezpieczenia metali lekkich należy je rozdzielić na dwie grupy: grupę stopów magnezu i grupę aluminium. Trudniejsze jest zabezpieczenie metali grupy magnezu. Lakierowania oleo-żywicznymi lakierami, schnącymi w zwykłej temperaturze nie stosuje się już dzisiaj tam, gdzie chodzi o osiągnięcie szybko dużej twardości pokrycia lakierowego oraz o oszczędność na czasie schnięcia. Np. części lakierowane lakierem nitro mogą być już po 20 minutach schnięcia (chodzi o lakier srebrny, tzw. konserwacyjny) użyte do montażu pod warunkiem montowania w zamkniętym budynku o temp. ok. 20° C, a po 3—4 godzinach mogą być już wystawione na wpływy atmosferyczne, podczas gdy dla lakierów oleo-żywicznych czas ten wynosi od 5—8 dni — przy 2—3 dniowym czasie przesychania.

Dlatego też nowoczesne warsztaty niechętnie stosują lakiery oleo-żywiczne wyjąwszy gatunki dające się „wypalać".

Na tym tle kwestia zabezpieczenia Elektronu może iść dwoma drogami, zabezpieczenia lakierami nitrocelulozowymi oraz piecowymi. Zabezpieczenie lakierami nitro nie jest jednak najlepszym wyjściem, gdyż lakiery te wykazują na ogół słabą przyczepność do Elektronu, specjalnie bajcowanego, polerowanego. Cechy te wykazują lakiery pochodzenia angielskiego, francuskiego, niemieckiego i przeważna ilość polskich. W każdym razie zwykły lakier nitrocelulozowy „nie trzyma" na Elektronie. Jedna z krajowych firm produkuje specjalny lakier nitrocelulozowy do Elektronu, stosowany na gruncie mającym rzadko spotykaną twardość, bo ok. 3200 g wg Clemena. Lakier ten ma początkowo dobrą przyczepność, później jednak — jak inne — traci ją.

Zabezpieczenie lakierami piecowymi jest według badań zagranicznych najlepsze. Lotnictwo np. angielskie (de Haviland) stosuje w dużych ilościach lakiery, a raczej emalie piecowe. Pigmenty tych lakierów dobrane są tak, aby wywierały również swój wpływ antykorozyjny (chromian ołowiu, brąz aluminiowy i tlenek cynku). U de Havilanda wszystkie bardziej odpowiedzialne części z metali lekkich są zabezpieczane lakierami piecowymi. U nas te sposoby zabezpieczania przeszły dopiero pozytywne próby laboratoryjne.

Odpowiednie zabezpiecpie metali grupy aluminium lakierami i emaliami oleo-żywicznymi nie sprawia zasadniczych kłopotów. Jeśli natomiast idzie o emalie nitro, znów kwestia się komplikuje. Bez przesady można powiedzieć, że prawie cały przemysł lakierniczy polski szuka gruntu nitrocelulozowego na aluminium.

Lakier gruntowy zestawiony na czystej nitrocelulozie nawet z pewnymi dodatkami żywic syntetycznych — nie ma przyczepności. Stosunkowo dobrym jest dodatek polimerów estrów poliwinylowych, lecz zachodzą tu trudności doboru odpowiednich stosunków, gdyż żywice te niezbyt dobrze „znoszą" się z nitrocelulozą Drugą drogą do osiągnięcia celu jest stosowanie gruntu z szybko schnących lakierów olejnych i nakładanie na nie emalii nitrocelulozowych, kombinowanych z olejami schnącymi.

Uzależnienie w tym ostatnim wypadku składu lakieru nitrocelulozowego od gruntu zawierającego oleje schnące jest duże. Trzeba dość ściśle regulować czas schnięcia gruntu, grubość warstwy emalii nawierzchniowej i mimo to w przeważnej ilości wypadków otrzymuje się wymalowanie po ostatecznym wyschnięciu powierzchni spękane w bardzo delikatny wzór siatki.

Duży krok naprzód w kombinowaniu emalii nitro z olejami schnącymi daje stosowanie produktów kondensacji olejów schnących z bezwodnikiem kwasu ftalowego. Produkty te znane na rynku przede wszystkim pod nazwą Alkydali oprócz rozlicznego stosowania do innych lakierów umożliwiły przede wszystkim łatwe wprowadzenie oleju schnącego do lakierów nitro. Mają one doskonałą rozpuszczalność w szeregu rozpuszczalników organicznych, dobrze mieszają się z lakierem nitrocelulozowym, są odporne na wpływy atmosferyczne. Całą gamę tych produktów daje I. G. Farbenindustrie.

Konserwacja stali nie różni się zasadniczo od zabezpieczeń metali lekkich. W praktyce stosuje się identyczne lakiery i emalie, co do alumi-

minium, a często nawet jeśli idzie o olejne te same, co dla drzewa. Naogół wszystkie lakiery mają o wiele lepszą przyczepność do stali niż do metali lekkich. Inaczej przedstawia się sprawa, jeśli chodzi o malowanie blachy ocynkowanej. Tutaj trudności były dość duże z doborem odpowiedniego lakieru. Ostateczne rozwiązanie nastąpiło przez wprowadzenie lakieru olejnego, opartego na ftalowych żywicach syntetycznych.

Mgr HALINA PTAKOWSKA

Laboratoryjne badania lakierów lotniczych

Punkt ciężkości badań mających na celu kwalifikację lakierów do użytku w lotnictwie spoczywa nie na analizie chemicznej lakieru, która nie rozporządza możliwościami ścisłej identyfikacji niektórych składników (np. żywic lub olejów), lecz na kontroli własności suchej powłoki lakierowej.

Wyjściowym założeniem badań jest jak najbardziej ścisłe — w ramach możliwości — odtworzenie warunków, w jakich znajdują się powłoki lakierowe podczas normalnego ich użytkowania. Wypływa stąd zasadnicza dwukierunkowość w podejściu do badanego produktu:

1. Zastosowanie przy badaniach odpowiedniego podłoża dla danej powłoki lakierowej (w zależności od tego do pokrycia jakiego materiału przeznaczony jest lakier);

2. Dobranie odpowiednich kryteriów badawczych w związku z rodzajem warunków, w jakich ma pracować ochroniony lakierem element.

Najbardziej ogólne zróżnicowanie metod badawczych wiąże się więc z następującym schematycznym podziałem lakierów, znajdujących zastosowanie w lotnictwie:

Przystępując do badania lakieru, przygotowujemy próbkę powłoki lakierowej, biorąc pod uwagę ten rodzaj podłoża (odpowiedni metal lub drzewo), do którego ochrony przeznaczony jest dany produkt, przy czym niezbędną rzeczą jest przestrzeganie następujących ogólnych zasad:

1. Powierzchnia, na którą ma zostać nałożony lakier powinna być starannie oczyszczona i odtłuszczona.

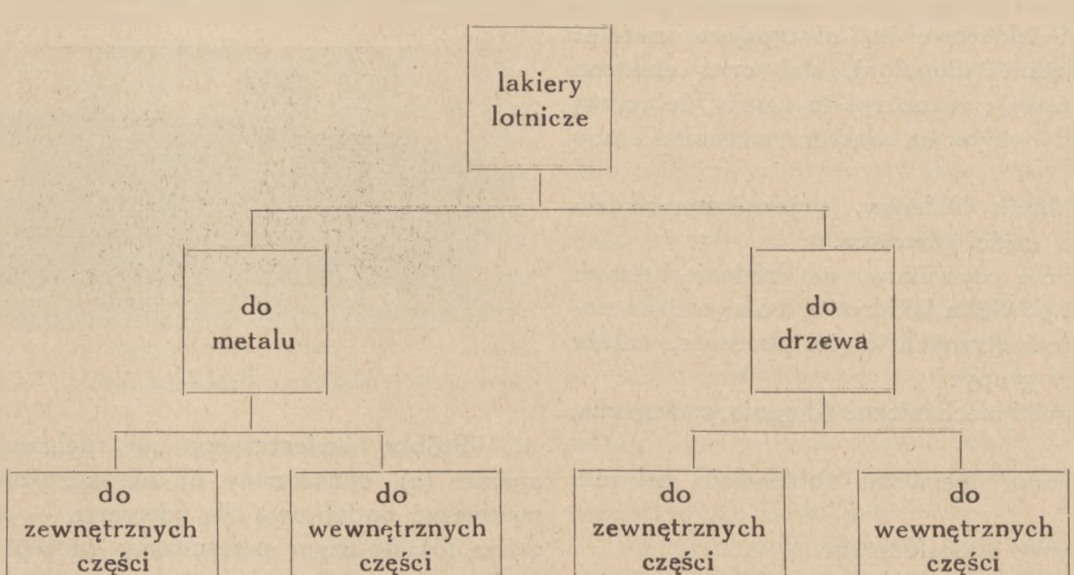
2. Lakier przed rozpoczęciem malowania powinien być dokładnie wymieszany.

3. Malowanie powinno się odbywać w odpowiednim pomieszczeniu (o temperaturze 18—25° i wilgotności maks. 70%).

4. Nakładanie powłoki lakierowej winno się odbywać

a) w wypadku lakierów nitrocelulozowych przez natryskiwanie doprowadzonego do odpowiedniej wiskozy (przez dodanie właściwej ilości wskazanego przez wytwórnię lakieru rozcieńczalnika) produktu za pomocą pistoletu ze sprężonym powietrzem.

b) w wypadku lakierów olejowo-żywicznych za pomocą pędzla (sposób powszechnie stosowany),



bądź też w sposób natryskowy, co wymaga rozcieńczenia lakieru terpentyną lub benzyną ciężką (tzw. lakierową).

5. Aparat natryskowy i pędzel powinny być czyste i suche.

6. Powietrze sprężone, używane do natrysku winno być dokładnie osuszone i odoliwione przez zastosowanie odpowiednich filtrów.

Zasadniczo przygotowywanie próbek powłok lakierowych jest jednocześnie połączone z rozpoczęciem badań, a mianowicie oceną lakieru pod względem jego rozlewności przy natrysku, równomierności w rozprowadzeniu pędzlem (brak smug), zdolności krycia, długości czasu przesychania błony lakierowej oraz wyglądu jej powierzchni. Pozytywny wynik wymienionych obserwacji decyduje o tym, że dalsze badania, dotyczące własności suchej powłoki lakierowej mają zostać przeprowadzone.

Istnieje jeszcze jedna ogólna zasada przestrzegana przy laboratoryjnych badaniach lakierów lotniczych, a mianowicie: produktów, których przeznaczeniem jest uzupełnianie swych własności (lakier podkładowy i nawierzchniowy) nie bada się oddzielnie; bada się kompletną powłokę lakierową, otrzymaną przez nałożenie na podłoże gruntu i lakieru nawierzchniowego w ilości warstw i odstępach czasu, przepisanych przez wytwórnię lakieru.

Do badań tych przystępujemy po upływie 10 dni od pomalowania próbki, tzn. w okresie, gdy powłoka lakierowa znajduje się już w stanie nietylko zupełnego wyschnięcia, lecz i dostatecznego stwardnienia.

Badania lakierów do metalu.

Aktualnymi w lotnictwie materiałami, które należy brać pod uwagę jako ewentualne podłoże pod powłoki lakierowe są następujące metale: dural (względnie alupolon), stal oraz elektron (stop magnezowy); zaznaczyć tu należy, że rodzaj metalu posiada wpływ na niektóre własności błony lakierowej.

A) Badania lakierów, przeznaczonych do zewnętrznych części płatowca.

W zespole czynników, na działanie których narażona jest powłoka lakierowa, pokrywająca powierzchnię zewnętrznych części płatowca, należy rozróżnić trzy grupy:

a) czynniki mechaniczne (drgania, zadrapania, uderzenia),

b) czynniki chemiczne (oblewanie paliwem i smarem),

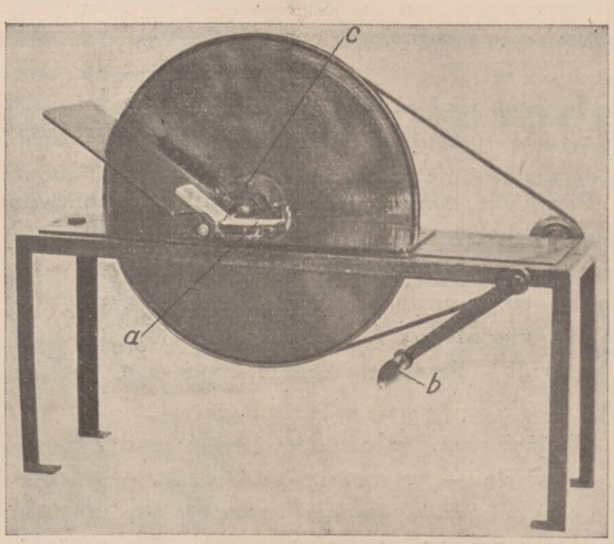
c) wpływy atmosferyczne.

W związku z powyższym badania laboratoryjne sprowadzają się do oceny odporności powłok lakierowych na ich działanie.

Rozróżniamy więc następujące rodzaje badań:

a) Badanie odporności powłoki na działanie czynników mechanicznych.

1. B a d a n i e e l a s t y c z n o ś c i przeprowadzamy na zmodyfikowanym aparacie Gardner'a (rys. 1). Różni się on od swego pierwowzoru tym,

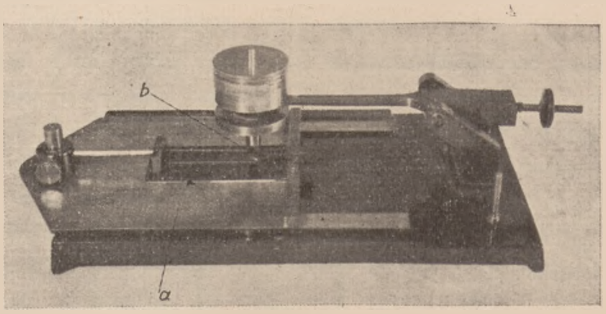


Rys. 1.

że wskutek zastosowaniaprzekładni zgięcie próbki otrzymuje się jako efekt kilku obrotów korbą, wykonanych w określonym czasie. Ujednostajnienie szybkości zginania odgrywa tu rolę na równi z promieniem i kątem zgięcia.

Pomiar wykonujemy zginając próbkę zwróconą powłoką lakierową w dół na pręciku o określonej średnicy w określonym czasie, mierzonym za pomocą stopera. Następnie przeprowadza się oględziny powłoki lakierowej w celu stwierdzenia, czy nie wykazuje ona pęknięć lub rys.

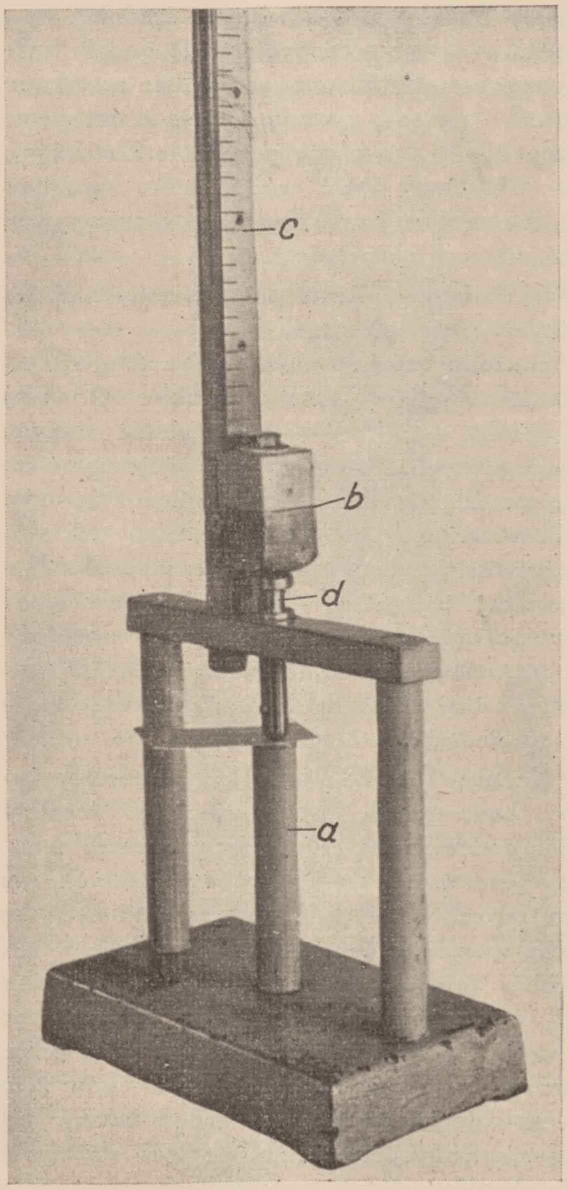
2. B a d a n i e t w a r d o ś c i przeprowadzamy na aparacie Clemen'a (rys. 2).



Rys. 2.

Próbkę umieszczamy na ruchomej części aparatu (*a*), opuszczamy na nią ostrożnie — aby wykluczyć dodatkową siłę uderzenia — obciążone ostrze (*b*), po czym przesuwamy ruchem ciągłym część ruchomą. Przeprowadzona przy tym obserwacja ma na celu stwierdzenie, czy powłoka lakieru nie została zarysowana do metalu.

3. Badanie odporności na uderzenie przeprowadzamy na tzw. kafarku (rys. 3).



Rys. 3.

Próbkę zwróconą powłoką lakierową do góry umieszczamy na podstawie (*a*) i poddajemy uderzeniu określonego ciężarka (*b*), opadającego swobodnie z określonej wysokości wzdłuż opatrzonej podziałką szyny (*c*) i uderzającego próbkę nie bezpośrednio, lecz poprzez bolec (*d*), przyciskający ją półkulistym zakończeniem. Poddajemy następnie próbkę oględzinom celem stwierdzenia, czy powłoka lakierowa nie wykazuje odpryśnięć od podłoża.

b) Badanie odporności powłoki na działanie czynników chemicznych.

1. Badanie odporności na działanie paliwa przeprowadzamy zanurzając próbkę do benzyny lotniczej na przeciąg 15 minut, po czym wyjmujemy ją i trzemy mocno ściereczką, obserwując jednocześnie dla stwierdzenia powstania ewentualnych zmian (ścieranie się, skruszenie, zmiana barwy itp.).

2. Badanie odporności na działanie smaru przeprowadzamy zanurzając próbkę na przeciąg dwóch godzin w oleju mineralnym o temperaturze 50°, po czym — po wytarciu próbki szmatką umaczaną w benzynie — poddajemy oględzinom, mającym na celu stwierdzenie ewentualnych zmian powłoki (zmięknięcie, zmiana barwy itp.)

c) Badania odporności powłoki na działanie wpływów atmosferycznych.

1. Badanie odporności na działanie wody przeprowadzamy umieszczając dwie próbki o zaparafinowanych brzegach w wodzie. Jedną z nich wyjmujemy z wody po upływie 2 godzin i osuszywszy bibułą, badamy na aparacie Clemen'a (w analogiczny sposób jak w punkcie a). 2. spadek twardości powłoki; drugą po upływie 24 godzin poddajemy oględzinom celem stwierdzenia, czy powłoka nie utraciła adhezji, tzn. czy nie odchodzi łatwo od metalu płatami. Ta ostatnia próba jest więc jednoczesną oceną adhezji błony lakierowej; inne bowiem metody badań tej własności podawane w literaturze pozostawiają wiele do życzenia.

2. Badanie odporności na zmiany temperatury. Próba ta jest analogiczna do opisanej w punkcie a). 1. z tą jedynie różnicą, że poddaje się jej próbkę, która została uprzednio oziębiona w termostacie, zawierającym stały dwutlenek węgla, do temperatury — 50° w ciągu 10 minut, a następnie przebywała w ciągu 2$^1/_2$ minuty w temperaturze pokojowej.

Zastosowanie tak niskiej temperatury znajduje swe uzasadnienie w warunkach pracy samolotu podczas lotów na znaczną wysokość.

3. Badanie odporności w warunkach naturalnych (na dworze) przeprowadzamy, umieszczając na dworze próbki umocowane na ramie zwróconej na południe i nachylonej pod kątem 45° do poziomu. Takie bowiem położenie ramy, jak to wynika z rezultatów badań wielu specjalistów w dziedzinie lakiernictwa, pociąga za sobą najbardziej efektywne (co do szybkości i nasilenia) zmiany powłoki lakierowej.

W ciągu trwania próby poddaje się powłoki lakierowe okresowo szczegółowym oględzinom w celu konstatowania powstania ewentualnych zmian (kredowania, popękań, pęcherzyków, łuszczenia się, odpadania płatami itp.).

B) Badania lakierów przeznaczonych do wewnętrznych części płatowca.

Z wyszczególnionych w części A) badań odpada odnośnie rozpatrywanych obecnie lakierów punkt c) z tym jednakowoż zastrzeżeniem, że po-

włoki pokrywające części osłonięte przed bezpośrednim działaniem wpływów atmosferycznych są przecież narażone na działanie zawartej w powietrzu wilgoci, posiadającej przy znaczniejszym nasyceniu powietrza własności rozmiękczania błon niektórych gatunków lakierów.

Z prób omówionych w punkcie c) wykonujemy więc tylko jedną, zmodyfikowaną w następujący sposób: próbkę o zaparafinowanych brzegach umieszczamy pod kloszem w atmosferze nasyconej parą wodną (wilgotność względna ok. 100⁰/₀ na przeciąg 24 godzin. Następnie przeprowadzamy próbę twardości, elastyczności i odporności na uderzenie powłoki w sposób opisany w części A punkcie a).

Badania lakierów do drzewa.

Drzewo — ściślej mówiąc sklejka lotnicza — jest materiałem uniemożliwiającym wykonanie większości badań w myśl wytyczonego wyżej programu, przy szeregu prób bowiem nastręczałyby się przeszkody czysto technicznej natury (mam tu na myśli badanie elastyczności, twardości i odporności na uderzenie). Posługujemy się więc w tym wypadku z konieczności materiałem zastępczym, a mianowicie używamy jako podłoża blachy stalowej, powodując się tym, że stal podobnie jak i drzewo stwarza korzystne warunki dla powłoki lakierowej w sensie jej adhezji do podłoża. Zastępując więc sklejkę przez blachę żelazną dopuszczamy się o wiele mniejszego odchylenia od warunków rzeczywistych, niż zrobilibyśmy to, stosując w tym wypadku blachę duralową, która jak wiadomo stawia powłokę lakierową w najmniej pomyślnych warunkach.

A) Badanie lakierów, przeznaczonych do zewnętrznych części płatowca.

Metody badawcze, omówione w odniesieniu do lakierów do metali pozostają tu aktualne z wyjątkiem próby na działanie wody, której nie przeprowadzamy w wyżej opisany sposób (punkt c.) 2.), lecz zastępujemy badaniem tzw. przesiąkliwości, której przebieg podaję poniżej:

Badanie przesiąkliwości. Kulki z drzewa bukowego o określonej średnicy po pomalowaniu i wyschnięciu w ciągu 48 godzin zostają po zważeniu umieszczone w wodzie na okres 48 godzin. Po wyjęciu z wody zostają osuszone przy pomocy bibuły i zważone ponownie. Z różnicy ciężarów obliczamy ilość wody, która przeniknęła przez błonę lakierową, biorąc pod uwagę wynik średni z trzech pomiarów.

B) Badanie lakierów przeznaczonych do wewnętrznych części płatowca.

Badania przeprowadza się analogicznie jak dla lakierów omówionych w punkcie A) z wyjątkiem próby odporności na działanie wpływów atmosferycznych. Natomiast wykonuje się niekiedy próbę przesiąkliwości z tego względu, że oprócz określenia stopnia przesiąkliwości błony lakierowej rzuca ona w pewnym specjalnym wypadku światło na skład chemiczny lakieru. Mianowicie o ile lakier sporządzony został na nieprzerobionej kalafonii, powłoka jego zanurzona na krótki nawet przeciąg czasu do wody bieleje i łuszcząc się odstaje od podłoża.

Kończąc krótki przegląd laboratoryjnych metod badawczych, stosowanych w lotnictwie w odniesieniu do lakierów, pragnę zaznaczyć, że istnieje jeszcze cały szereg prób specjalnych, przeprowadzanych w wypadkach uzasadnionych specjalnymi warunkami, w jakich znajduje się powłoka lakierowa (np. próba odporności na działanie H_2SO_4 o stężeniu używanym do akumulatorów lub wody morskiej), specjalnymi własnościami lakieru (np. badanie odporności lakierów piecowych na działanie mieszanek napędowych), bądź też specjalnym charakterem podłoża np. sprawdzanie stopnia ochrony przeciwkorozyjnej podłoża przez powłokę lakierową w wypadku bardzo wrażliwych na korozję stopów.

Inż. E. S. Av. JANUSZ LANGE

Lekkie stopy stosowane w lotnictwie

W poszukiwaniu tworzyw odpowiednich do budowy samolotów, to znaczy tworzyw lekkich i wytrzymałych, uwaga pierwszych konstruktorów lotniczych zwróciła się w kierunku lekkich metali, a przede wszystkim glinu, który w chwili powstawania lotnictwa był już produkowany przemysłowo na większą skalę. Czysty glin (aluminium) nie mógł jednak zostać użyty ze względu na niską wytrzymałość i małą twardość do budowy części pracujących konstrukcji lotniczych, zaś do budowy innych części, na które się go używa obecnie (jak np. zbiorniki) nie mógł być stosowany ze względu na brak w owym czasie znajomości zasad jego spawania. Wobec powyższego zakres jego używania był bardzo ograniczony. Na szczęście okazało się, iż dodanie do glinu niewielkich ilości innych metali jak miedź, mangan, magnez itd., przy zastosowaniu odpowiedniej obróbki termicznej powiększa w przybliżeniu trzykrotnie jego wytrzymałość zachowując ciągliwość w granicach

dopuszczalnych. Tym sposobem udało się stworzyć duraluminium (dural), który na równi z drewnem i stalą stał się głównym materiałem lotniczym, stosowanym do chwili obecnej. Dalsze badania i próby otrzymania tworzyw lepszych od duralu doprowadziły do stworzenia bardzo wielu rodzajów stopów zwanych ogólnie „stopami lekkimi“, tj. takich, których ciężar gatunkowy jest mniejszy od 3.

Jako główne składniki tych stopów wchodzą metale lekkie: glin i magnez, przy czym jak dotąd przewagę w lotnictwie mają stopy glinu, jednak zastosowanie stopów magnezu szybko się powiększa.

Wyczerpujące dane odnoszące się do surowców tych metali, ich produkcji światowej oraz możliwości ich produkcji w kraju zawarte są w Nr 2 „Przeglądu Chemicznego“ z lutego 1938 roku w artykułach następujących:

1. Inż. A. Kaczorowski: Współczesne metody produkcji aluminium. Część I. Otrzymywanie półproduktów.
2. Inż. S. Krajewski: Współczesne metody produkcji aluminium. Część II. Otrzymywanie metalu.
3. Inż. J. Z. Zaleski: Elektrolityczna rafinacja aluminium i jej znaczenie gospodarcze.
4. Inż. J. Z. Zaleski: Rola aluminium w dobie współczesnej.
5. Inż. A. Kotowicz: Współczesne metody produkcji magnezu metalicznego.
6. Inż. A. Kotowicz: Zagadnienie produkcji magnezu metalicznego w oparciu o surowce krajowe.
7. Inż. Mnich i Dr. Inż. Zalesiński: O oznaczaniu krzemków w stopach aluminiowych.

W artykule niniejszym podano ogólną charakterystykę metali podstawowych oraz najważniejszych stopów lekkich używanych w lotnictwie i przedstawiono ich zakres zastosowania.

Glin.

Glin jest metalem barwy srebrzystej, podobnym z wyglądu do cyny. Jest ciągliwy i kowalny, a na skutek miękkości obróbka jego jest dość trudna. Topi się w temperaturze 660°. Pod wpływem wilgoci atmosferycznej pokrywa się warstewką tlenku, która dobrze chroni warstwy głębsze przed utlenianiem się, tak iż praktycznie glin jest metalem odpornym na wpływy atmosferyczne. Dość odporny na działanie kwasów, ulega szybkiemu zniszczeniu pod działaniem alkalii. W zależności od stopnia przewalcowania glin używany w lotnictwie może być miękki, półtwardy i twardy, a dostarczany jest w postaci blach, taśm, rur, profilów, nitów i prętów względnie drutu. Ze względu na postęp w spawaniu bardziej wartościowych niż czysty glin niektórych jego stopów, zakres jego stosowalności w lotnictwie się zmniejsza.

Używany w polskim przemyśle lotniczym glin posiada następujące charakterystyki wg danych Walcowni Metali w Dziedzicach:

Skład chemiczny:

Al	. . . .	99,5%
Fe + Si + Cu + Zn	.	0,5%
z tego Cu + Zn	.	0,05%

Dane fizyczne:

Wytrzymałość na rozerwanie			
R_r . .	miękki	7—11	kg/mm²
	półtwardy	11—15	„
	twardy	15—20	„
Przydłużenie			
A_{10}% .	miękki	40—30	
	półtwardy	10—6	
	twardy	8—4	
Twardość Brinella 5/250/30			
H_B . .	miękki	15—25	„
	półtwardy	25—35	„
	twardy	35—45	„
Ciężar właściwy 2,7			

Stopy glinu.

Stopów glinu istnieje dzisiaj tak wiele rodzajów, iż niepodobieństwem jest w ramach artykułu wymienić choćby ich większą część. Dlatego wyliczymy tylko niektóre według zakresu ich stosowania.

Większość stopów lekkich może być poddawana zahartowaniu polegającemu na ogrzaniu metalu do określonej temperatury i raptownym ostudzeniu najczęściej w chłodnej wodzie, niekiedy w wodzie wrzącej, oliwie lub powietrzu. Po hartowaniu stopy początkowo nie posiadają ostatecznych charakterystyk mechanicznych, które uzyskują dopiero po pewnym dłuższym czasie, zwanym okresem starzenia. W ciągu tego okresu metal jest miękki: blachy dają się giąć bez pękania, a nity roznitowywać. Starzenie jest procesem bardzo charakterystycznym dla stopów lekkich.

a) Stopy odlewnicze glinu i miedzi o różnej zawartości tej ostatniej czyli tzw. stopy amerykańskie. Odlewa się je w piasku lub kokilach. Dają się hartować, jednak są wrażliwe na domieszki gdyż zawartość Fe $>$ 0,8% uniemożliwia starzenie, a Mg $>$ 0,2% uniemożliwia obróbkę termiczną. Zakres topliwości 550°—650° C. Temperatura lania 700°—720° C. Skład chemiczny i własności mechaniczne tych stopów jak również i następnych podano w tabeli 1.

b) Stopy odlewnicze glinu i krzemu. Należą tu stopy zwane Alpax i Silumin. Odlewa się je w piasku lub w kokilach. Skurcz 1,1%, zakres topliwości 565°—580° C, temperatura lania 750° C. Dla osiągnięcia potrzebnych własności mechanicznych stopy te „modyfikuje się“ przed odlaniem

Tabela 1.

Stopy glinu.

Oznaczenie stopu		Skład chemiczny Al	Mg	Cu	Ni	Ti	Fe	Si	Mn	Zn	Sn	Gatunek materiału	Własności mechaniczne R_r (kg/mm²)	A_4%	B (kg/mm²)
Stopy odlewnicze	AlCu4	reszta		4,0 5,0			0,85 max	0,65 1,10				lany i obrob. termicz.	18,0 min	3,0 min	71,5 min
	AlCu6	reszta		6,0 8,0			0,80 max	0,70 max		0,1 max	0,0	lany i obrob. termicz.	14,5 min	3,0 min	
	AlCu10	reszta		10,0 12,0			0,75 max	1,75 max				lany	13,0 min	0,5 min	
	Silumin	reszta					0,75 max	10,00 14,00	0,50 max			lany w kokilach i obrobiony term.	19,0 min	7,0 min	
	Antikorodal[1])	reszta	0,65					2,00	0,70			do odlewów			
		reszta	0,65					5,00	0,70						
	Y	reszta	1,25 1,70	3,5 4,5	1,75 2,25		0,60 max	0,50 max		0,1 max	0,1 max	lany w kokilach	17,0 min		80,4 min
	RR50	reszta	0,05 0,30	0,9 2,0	1,00 1,75	0,02 0,20	0,80 1,40	2,80 max				lany w kokilach	19,5 min	4,0 min	60,0—80,0
	RR53	reszta	1,40 1,80	1,5 2,5	0,50 2,00	0,02 0,12	1,20 1,50	2,00 max				lany w kokilach i obrobiony term.	31,5 min		106—140
Stopy kujne i walcownicze	Y	reszta	1,25 1,70	3,5 4,5	1,75 2,25		0,60 max	0,50 max		0,1 max	0,1 max	kuty i obrobiony term.	22,0 min	5,0 min	80,4—59,5
	RR56 Hiduminium	reszta	0,4 1,00	1,5 3,0	0,5 1,5	0,02 0,12	0,80 1,40	1,0 max				kuty i obrobiony term.	42,5 min	10,0 min	120,0—160,0
	RR59	reszta	1,4 1,8	1,5 2,5	0,5 1,5	0,02 0,12	1,2 1,5	1,25 max				kuty i obrobiony term.	38,0 min	6,0 min	110,0—150,0
	Duralumin	reszta	0,5	4,0					0,5			odpuszczony	20—25	22—16 [2])	52—57
												normalny	40—44	24—16 [2])	110
												twardy	45—55	10—3 [2])	150
	Alupolon[1])	reszta	0,5	3,5 4,5				0,2	0,5			miękki	18—22	25—16 [3])	50—60
												uszlachetniony	38—42	20—18 [3])	105—120
												spr. tw.	48—54	8—4 [3])	120—140

[1]) wg danych Walcowni Metali w Dziedzicach; [2]) $L = \sqrt{66{,}67\,F}$, [3]) $L = 10d$;

przy pomocy 0,05—0,1% sodu metalicznego. Zamiast tej dość trudnej operacji można dodawać do Siluminu chromu, kobaltu lub wolframu. Pozatem dochodzą domieszki Mn $<$ 0,5%, Cu $<$ 1%, Mg $<$ 0,5%. Ciężar wł. 2,6. Stopy te dają się również walcować i są dość dobrze odporne na korozję.

Do tej samej grupy stopów zalicza się Antikorodal (Walcownia Metali w Dziedzicach), który zawiera jednak znacznie mniej krzemu.

c) Stop Y. Stop o zawartości miedzi, magnezu i niklu nadaje się zarówno na odlewy piaskowe i kokilowe jak i na części kute, prasowane i walcowane, przy czym w tym ostatnim wypadku należy go nagrzać do 500° a obróbkę trzeba przerwać, gdy temperatura spadnie do 350°. Walcować daje się na zimno, przed starzeniem. Zakres topliwości 545—630° C, temperatura lania 690—730° C, skurcz 1,29%. Hartuje się w wodzie wrzącej, oleju lub powietrzu, pomimo iż traci w ten sposób na wytrzymałości, gdyż zahartowany w wodzie zimnej silnie się deformuje. Temperatura hartowania 500—530° C. Jest mało odporny na korozję.

d) Stopy RR. Stopy te, odporne na wpływ wyższych temperatur, stosowane są zarówno na odlewy piaskowe i kokilowe jak też i na części kute i prasowane. Do pierwszej grupy należą stopy RR 50 i RR 53 stosowany na tłoki lane, do drugiej — stopy RR 56 (Hiduminium) i RR 59 na tłoki kute. Górny punkt topliwości tych stopów wynosi 630°, najniższa temperatura lania dla stopu RR 50 wynosi 750°. Stopy RR 56 i RR 59 dają się kuć w zakresie temperatur 520—350° C. Walcowanie ich odbywa się jak stopów Y, na zimno przed starzeniem.

Ostatnio reklamowany jest w Anglii stop Hiduminium RR 70 o wytrzymałości $R_r = 54$ kg/mm², granicy płynności (0,1%) $S = 48$ kg/mm² i przydłużeniu $A = 9\%$ na 2", produkowany przez High Duty Alloys Ltd. Hough.

e) Dural. Stop ten najdawniej znany i najszerzej stosowany jest rozpowszechniony w bardzo wielu odmianach, minimalnie różniących się między sobą i oznaczonych zależnie od pochodzenia różnymi nazwami. Odmiany jego noszą we Francji nazwy Duralumin, Alugir, Avial; w Ameryce oznacza się go symbolem 17 ST, w Polsce podobny materiał nosi nazwę Alupolon i jest produkowany przez Walcownię Metali w Dziedzicach.

Duralu używa się wyłącznie w stanie obrobionym termicznie, najczęściej w stanie „normalnym". W celu doprowadzenia do tego stanu dural hartuje się w temperaturze 480—500° C oziębiając go wodą o temperaturze 0—50° C. Wyjątkowo hartowanie można przeprowadzić w oliwie lub powietrzu. Po zahartowaniu dural jest miękki i daje się obrabiać w ciągu 3—4 godzin, następnie twardnieje uzyskując przez starzenie swe wysokie własności mechaniczne. Temperatury hartowania winny być ściśle przestrzegane, gdyż już przy temperaturze 520° ulega dural zniszczeniu. Przez ogrzewanie do temperatury 350—400° C i powolne ostudzenie otrzymuje się dural w stanie „odpuszczonym", w tej postaci starzeniu on nie ulega. Przez zgniot duralu normalnego za pomocą walcowania na zimno otrzymujemy materiał w stanie „twardym" o nieco większej wytrzymałości lecz zato o znacznie zmniejszonym przydłużeniu.

Kucie i wytłaczanie grubszych części wykonuje się w temperaturze 375—425° C, po skończonej operacji należy je hartować dla przywrócenia do „normalnego" stanu.

Dural i Alupolon dostarczane są w postaci blach, taśm, drutów, prętów, płaskowników, kształtowników, rur i nitów.

Przez pokrycie blachy duralowej warstewką czystego aluminium otrzymuje się tzw. Alclad lub Vedal odporny na działanie korozji. Dural niezabezpieczony koroduje łatwo, zwłaszcza wrażliwy jest na działanie wody morskiej i morskiego powietrza.

Do tejże grupy zaliczyć można stopy niemieckie Vereinigte Leichtmetall—Werke G.M.B.H. (Hannower—Lindau) takie jak Bondur, Lautal, Pantal.

Skład chemiczny stopu Bondur:

Cu — 3,7%
Mg — 0,4%
Mn — 0,3%
Si — 0,4%
Fe — 0,3%

f) Jako osobną kategorię wymienimy stopy o dużej zawartości magnezu a bez miedzi. Stopy te odznaczają się małym ciężarem właściwym i znaczną odpornością na korozję. Należą tu dwa stopy wyżej wspomnianej firmy V L W: stop KS-Seewasser (KSS) i stop BS-Seewasser (BSS).

Pierwszy z tych stopów stosowany już w roku 1925 do odlewów zawiera 2,5% Mg, 2,5% Mn i 0,2% Sb, a używa się obecnie również w stanie walcowanym. Podobnym do niego jest stop krajowy Peraluman o składzie chemicznym: Mg — 2,0—2,3%, Mn — 1,3—1,5%.

Drugi stop jest wyrabiany w trzech odmianach o zawartości magnezu wynoszącej odpowiednio: 5%, 7%, 9%.

Stop BS-Seewasser (9% Mg), w stanie miękkim oznaczony symbolem 63/09 W, posiada wg danych firmy VLW następujące charakterystyki mechaniczne:

Wytrzymałość na rozerwanie	R_r	= 35—40 kg/mm²
Granica sprężystości . . .	S	= 20—25 „
Przydłużenie	A_{10}%	= 15—25%
Stopień twardości Brinella .	H_B	= 80—90 kg/mm²
Ciężar właściwy	γ	= 2,6—2,63.

Jak widać stop ten posiada wysoką ciągliwość przy dużej wytrzymałości i małym ciężarze właściwym, co czyniłoby go bardzo interesującym. Podobnymi do stopów Seewasser są stopy Hydronalium wyrobu I. G. Farbenindustrie A. G. Bitterfeld stosowane na odlewy, części kute, prasowane i walcowane. Wspólną cechą stopów magnezowych jest to, iż w przeciwieństwie do innych stopów glinu nie wymagają one obróbki cieplnej, co upraszcza ich używanie. Szereg odmian tych stopów został uzyskany przez zmienność składu chemicznego i odpowiednie walcowanie. Blachy ze stopów magnezowych pozwalają się giąć na zimno przy zachowaniu warunku, by promień gięcia nie był mniejszy od dwukrotnej grubości blachy. Spawanie jest możliwe, chociaż nie dla wszystkich rodzajów stopów jednakowo łatwe.

Magnez.

Magnez jest metalem srebrzystym, dającym się polerować. Jego ciężar właściwy wynosi 1,72. W powietrzu suchym nie zmienia się, natomiast pod działaniem powietrza wilgotnego tworzy się na jego powierzchni warstewka $Mg(OH)_2$, która zabezpiecza dalsze warstwy przed utlenianiem się. Posiadając znaczne powinowactwo chemiczne do tlenu i azotu zapala się po ogrzaniu do 650° łącząc się z tlenem, w temperaturze 670° łączy się również z azotem. Woda czysta zlekka atakuje magnez przy temperaturze > 70°, zawartość w wodzie kwasu węglowego przyspiesza znacznie reakcję. W przeciwieństwie do glinu magnez jest nader wrażliwy na działanie kwasów, a niemal zupełnie niewrażliwy na działanie alkalii nawet przy podniesieniu temperatury. W roztworach soli z wyjątkiem fluorków magnez koroduje, najsilniej działają na niego chlorki zwłaszcza chlorki sodu w roztworze o słabym stężeniu, tak np. w wodzie morskiej korozja następuje najszybciej przy stężeniu około 2 gr na 1 l. Dlatego w wypadkach, gdy stopy magnezu mogą być narażone na działanie wody morskiej należy je starannie zabezpieczyć tak jak zresztą i stopy glinu.

Stopy magnezu.

Metalami, które dodane do magnezu tworzą z niego materiał odpowiedni dla celów lotnictwa, popularnie zwany elektronem są w malejącej kolejności ich udziału procentowego w stopie: glin, cynk i magan, a wyjątkowo jeszcze krzem. Miedź nie daje jako dodatek lepszych rezultatów niż glin pod względem wytrzymałościowym, a natomiast wpływa bardzo szkodliwie na stałość chemiczną stopu.

Dodanie glinu zwiększa charakterystyki mechaniczne i odlewnicze stopów, cynk zwiększa ich ciągliwość, a mangan — odporność na korozję. Krzem zmniejsza współczynnik rozszerzalności cieplnej stopu, dlatego stosuje się go do stopów przeznaczonych na tłoki silników.

Skład procentowy stopów magnezowych nie jest publikowany przez jego wytwórnie, dlatego tylko tytułem przykładu możemy podać poniżej przytoczone proporcje:

Stop odlewniczy lany w kokilach i obrobiony termicznie:

Al . .	3,5 —6,5%
Zn . .	2,5 —3,5%
Mn . .	0,25—0,7%
Mg . .	reszta

Zanieczyszczenia:

Cu . . .	< 0,4%
Fe . . .	< 0,1%
Si	< 0,4%
Sn . . .	< 0,2%

Stop ciągniony i obrobiony termicznie:

Al . . .	> 10%
Zn . . .	> 1,5%
Mn . . .	> 1% !
Mg . . .	reszta

Tak jak stopy glinu tak i stopy manganu noszą różne nazwy w zależności od wytwórni, że wymienimy stopy amerykańskie Dowmetal, stopy angielskie Magnuminium, francuskie Maxium itp.

Poniżej w tabeli 2 i 3 podano charakterystyki stopów dwu największych w Europie Towarzystw produkujących stopy magnezu.

Oprócz stopów zamieszczonych w tabeli 2 należy wymienić jeszcze wyrabiany przez tę samą firmę stop AM503, używany na blachy i kształtowniki do ożebrowania samolotów, dający się łatwo obramiać na gorąco i pozwalający się spawać, a stąd służący jako materiał do wyrobu spawanych zbiorników.

Charakterystyki tego stopu są następujące:

Oznaczenie stopu		AM503.
Znak barwny		żółto-czerwony
Granica sprężystości 0,02% .	S_s =	5 kg/mm²
„ płynności 0,2% . .	S_p =	8—14 „
Wytrzymałość na rozerwanie	R_r =	19—23 „
Przydłużenie	A =	5—10%
Przewężenie		20%

Tabela 2.

Stopy magnezu.

I. G. Farbenindustrie AG, Abt. Elektronmetall. Frankfurt am Mein.

	Oznaczenie stopu.	Barwne znaki	Granica sprężyst. 0,02% (kg/mm²)	Granica płynn. 0,02% (kg/mm²)	Wytrzym. na rozr. (kg/mm²)	Przydł. %	Przewęż. %	Wytrzym. na ścisk (kg/mm²)	Granica płynn. 0,2% (kg/mm²)	Współcz. spręż. (kg/mm²)	Twardość Brinell	Udarność (kgcm/cm²)	Wytrzym. na ścin. (kg/mm²)	Wytrzym. na zmęcz. (kg/mm²)	Zasady użycia	Przykłady użycia
Stopy lane	AZG	żółto-biały	4—5	10—11	16—20	3—6	7	33	10—11	4 300	53—57	35	14	7—8	Odlewy narażone na zmęczenie	Kartery silników
	AZF	żółto-ziel.	4	9	17—21	5—9	9	32	9	4 200	43—47	50	13	5,5—7,5	Odlewy narażone na uderzenie	Koła samolotów
	VI	żółto-nieb.	5	11	14—17	2	4	33	11	4 300	60	50	13	7—8	Odlewy kokilowe	Kartery silników motocyklowych
	VI	żółto-nieb.	5	11	10—17	2	4	30	11	4 300	64	50	13		Odlewy pod ciśnieniem	Części do odkurzaczy kaptury łożysk
	AZ31	żółto-czarny	3	6,5	16—20	6—8	9	29	6,5	4 000	40	100	11	5	Odlewy narażone na wysok. temp.	Szczęki hamulców
Stopy prasowane	VI	nieb.	19—21	23—28	33—37	7—9	9—12	37—40	13	4 550	.70	40	16	12	Części o szczególnej twardości	Panewki łożysk rozrządczych
	VIw	nieb.-czerw.	19—21	23—26	33—37	9—12	13—18	35—38	13	4 400	60	75—100	16	12		Dźwignie rozrządcze (wahaki)
	VIh	nieb.-żółty	22—24	26—30	37—42	2—5	3—6	40—45	13	4 600	85—90	30	18	13		Popychacze
	AZM	biały	17—19	20—22	28—32	11—16	25—30	35—38	12	4 500	55	100—140	14—16	13	Normalny materiał konstrukcyjny	Drążki, dźwignie, rury spawalne
	AZMQ	ziel.-biały	17—19	21—23	29—33	10—16	25—30	35—38	14—18	4 500	55	100—140	14—16	14—15		Korbowody, części konstruk. o dużej wytrzym.
	AZ31	żółto-czarny	14—16	18—20	25—28	8—12	30—35	34—36		4 300	48—50	100—140	13—15	10		Statywy foto grzybki sworzni tłokowych
	Zlb	czerw.	9—13	16—18	25—27	15—18	25—30	34—36		4 300	45	120	13—15	9	Na części malowane	Artykuły masowe jak nasadki do ołówków itp.

Wyżej podane wartości rozumieć należy jako średnie, gwarancja poszczególnych wartości wytrzymałościowych tylko na specjalne zlecenia.

Tabela 3.
Stopy magnezu.
Société Générale du Magnesium, 23bis, rue de Balzac, Paris VIII,

Oznaczenie stopu.	Gatunek materiału	Wytrzymałość na rozrywanie. (kg/mm²)	Granica sprężyst. (kg/mm²)	Przydłużenie %	Twardość Brinella	Wytrzymałość na zmęczenie (kg/mm²)	Spółczynnik sprężyst. (kg/mm²)
F1	Lany w piasku	16—20	10—11	3—6	53—57	7—8	4 300
F2	Lany w piasku	17—21	8—9	5—9	43—47	5,5—7,5	4 200
F2	Lany w kokilach	20—23	9—10	6—10	50—55	6—8	4 200
F5	Lany pod ciśnieniem	12—17	7—11	2	60—65	—	4 300
F3	Kuty	25—28	18—20	12—16	48—50	10	4 300
M1	Kuty	28—32	20—22	10—14	55	12	4 500
T2	Ciągniony pod ciśn.	19—23	14—17	2—5	38—42	7	4 200
M1	Ciągniony pod ciśn.	28—32	20—22	10—14	55	13	4 500
T2	Walcowany odpuszcz.	20—24	16—20	8—12	40	7—8	4 200
M1	Walcowany odpuszcz.	28—32	18—22	10—14	55	11	4 500

Wytrzymałość na ściskanie . R_c = 34—36 kg/mm²
Granica płynn. przy ściskaniu S_p = 7 „
Współczynnik sprężystości . E = 4200 „
Twardość Brinella 40
Udarność . . . . 100 kgcm/mm²
Wytrzymałość na ścinanie . R_t = 12—14 kg/mm²
„ „ zmęczenie R_z = 7— 8 „

Jak widać, do stopu tego pod względem wytrzymałościowym podobny jest stop T 2 zamieszczony w tabeli 3 i używany do tych samych celów.

Zastosowanie.

Stopów glinu i magnezu używa się obecnie do wyrobu następujących części sprzętu lotniczego:

Części silników lotniczych nie narażone na większe obciążenia oraz te części, które z powodu znacznych wymiarów muszą posiadać grube ścianki dla uzyskania dostatecznej sztywności i które z tego powodu mogą być wykonane z lekkich stopów nawet gdy przenoszą większe obciążenia. Należą tu: kartery, głowice cylindrów, tłoki, skrzynki, dźwignie, łożyska i popychacze rozrządcze, korpusy gaźników, rury ssące, pompy, filtry, regulatory ciśnienia ładowania, niemagnetyczne korpusy iskrowników itd. Części te są wyrabiane przeważnie z uwagi na swe kształty ze stopów odlewniczych, mniejsze z nich są przeważnie odlewane pod ciśnieniem.

Łopaty śmigieł metalowych są wyrabiane wyłącznie ze stopów lekkich, stal nie uzyskała dotąd zastosowania. Są one odkuwane przeważnie ze stopów glinu, śmigła elektronowe mają jak dotąd zastosowanie niewielkie, mimo iż już 9 lat temu zostały one po raz pierwszy wykonane.

W instalacji silnikowej oprócz szeregu części takich jak filtry, kurki, paliwomierze, puszki instrumentów pokładowych, najważniejsze zastosowanie mają blachy lekkostopowe oraz blacha aluminiowa do wyrobu zbiorników paliwa i oleju oraz chłodnic oleju i cieczy chłodzącej, przy czym najczęściej stosuje się zbiorniki spawane. W dziedzinie tej przyszłość należy, jak się zdaje, do blachy elektronowej.

W konstrukcji samolotów stopów lekkich nieraz używa się jako zasadniczy i jedyny materiał konstrukcyjny. Tak więc na części pracujące szkieletu kadłuba, skrzydła, usterzeń i podwozia używa się stopów glinu pod postacią rur, kształtowników, blachy płaskiej i blachy falistej nitowanych przy

pomocy nitów z tego samego materiału. Używa się do budowy dźwigarów (rury, kształtowniki i blacha), pokrycia pracującego (blacha), zastrzałów (rury profilowe), okuć (sztuki kute i prasowane), śrub i sworzni. Na piasty kół biegowych stosuje się przeważnie odlewy elektronowe. Pozatem tak na tych samolotach, w których stopy lekkie używane są do budowy szkieletu jak na innych o odmiennym zasadniczym materiale konstrukcyjnym, lekkie stopy mają bardzo szerokie zastosowanie w dziedzinie urządzeń wewnętrznych, jak podłogi (blacha falista duralowa lub elektronowa), fotele, części sterownicze (rury i konsolki oraz lane wolanty kół sterowych), umocowanie najrozmaitszych części ekwipunku, oprofilowanie kadłuba i gondoli silnikowych (kątowniki i blacha), przegrody ogniowe, szereg części uzbrojenia (obrotniki karabinów maszynowych, wyrzutniki bomb, podstawki radio i foto). W dziedzinie części słabo obciążonych znaczne zastosowanie ma elektron.

Szerokie zastosowanie mają stopy lekkie na równi ze stalą nierdzewną w konstrukcji sztywnych sterowców.

Ponieważ największym wrogiem stopów lekkich jest korozja, specjalna uwaga jest zwrócona na zabezpieczenie blach przed nią, stąd nie mówiąc o lakierach i innych sposobach zabezpieczenia nie stanowiących tematu tego artykułu, znaczne zastosowanie szczególnie w lotnictwie morskim np. w Anglii mają blachy alcladowe (pływaki wodnosamolotów oraz kadłuby wodnosamolotów łodziowych).

Kpt. Inż. E. N. SA JÓZEF KOZIARSKI

Spawanie stopów lekkich

TRUDNOŚCI W SPAWANIU STOPÓW LEKKICH.

Stopy lekkie w odróżnieniu od stopów żelaznych stawiają cały szereg trudności w spawaniu. Trzeba je dobrze znać, by móc im się przeciwstawić. Na podstawie własnego doświadczenia twierdzę, że niektóre stopy lekkie dają lepsze wyniki przy spawaniu od wyników otrzymywanych przy spawaniu stali.

Trudności charakteru ogólnego.

a) Niska temperatura topliwości stopów lekkich.

Metale lekkie jak i ich stopy posiadają jak wiadomo niską temperaturę topliwości (np. glin — 658^0, magnez — 651,9^0, miedź — 1084^0, stal — 1300—1400^0). Na pozór niska temperatura topliwości nie powinna stwarzać trudności. A jednak tak jest. Temperatura płomienia acetylenowo-tlenowego, którego głównie używa się do spawania stopów lekkich, jest wysoka (ponad 3000^0), a ciepło bardzo skupione. Dlatego niewprawny spawacz nie spostrzeże się nawet jak już powstanie dziura.

b) Brak zmian barw przejściowych przy podgrzewaniu.

Wszystkie inne metale czy stopy przy podgrzewaniu zmieniają swe zabarwienie. Dzięki temu sygnałowi dość łatwo można poznać chwilę, w której zbliżamy się do topienia metalu i uchwycić samo topienie. Stopy lekkie tej cechy nie posiadają. Barwę swą zmieniają dopiero przy dalszym grzaniu, już po stopieniu. Natomiast przed stopieniem lekko szarzeją (dzięki powstającym tlenkom) i jakby marszczą się. Ale to może pochwycić tylko wprawne oko.

c) Brak stanu ciastowatego (plastycznego) przed stopieniem i rzadkopłynność po stopieniu.

Większość metali i stopów przed stopieniem przechodzi przez jakby pośredni stan skupienia: stają się ciastowate. Prócz tego po stopieniu nie są zbyt rzadkopłynne (prócz miedzi i żeliwa). Dzięki tym własnościom stopiony metal daje się łatwo rozprowadzać i nie wycieka. Metale i stopy lekkie — przeciwnie. Nie posiadają przejściowego stanu skupienia, a stopione są bardzo rzadkopłynne. Dzięki temu łatwo tworzą się dziury.

d) Wysokie ciepło właściwe i utajone ciepło topienia.

Metale lekkie a za nimi i ich stopy posiadają wysokie ciepło właściwe (Al — średnio 0,25, Mg — 0,25, gdy Cu — 0,09, Fe — 0,12) oraz utajone ciepło topienia (Al — 92, Mg — 58, gdy Cu — 43, Fe — 49,35).

e) Wysokie przewodnictwo cieplne.

Metale i stopy lekkie znane są ze swego bardzo wysokiego przewodnictwa cieplnego (Al — 0,51, Mg — 0,38, Fe — 0,16, Cu — 0,92). Dzięki temu głównie stosuje się je do wyrobu tłoków silnikowych.

Wysokie ciepło właściwe i utajone ciepło topienia oraz wysokie przewodnictwo cieplne połączone z niską temperaturą topliwości stanowi dużą trudność w spawaniu metali i stopów lekkich. Aż do czasu stopienia trzeba doprowadzić duże ilości ciepła rozprowadzanego szybko dzięki wysokiemu przewodnictwu po całej masie przedmiotu.

W tych warunkach nie trudno, biorąc pod uwagę niską temperaturę topliwości, zrobić dziurę (dla niewprawnego spawacza oczywiście).

f) Duża rozszerzalność cieplna.

Metale lekkie i ich stopy posiadają duży współczynnik rozszerzalności (glin — 23.10^{-6}, magnez — 25.10^{-6}, stopy magnezu — 24.10^{-6} do $27{,}1.10^{-6}$, stal miękka — 12.10^{-6}, miedź — 17.10^{-6}). Oczywiście ta cecha pociąga za sobą duży skurcz odlewniczy (glin — 1,7% do 1,8%, magnez i jego stopy — 1,3%, żeliwo szare — 1%). Ta właściwość jest powodem dużego przyrostu wymiarów spawanego przedmiotu (duże przewodnictwo cieplne jeszcze pogarsza sprawę). Przy stygnięciu zaś całość kurczy się, wobec czego przedmiot staje się siedliskiem naprężeń skurcznych (głównie spoina, która jest metalem lanym i jej okolice). To jest przyczyną wielu kłopotów głównie w stopach odlewniczych a więc bardziej kruchych.

g) Łatwość utleniania.

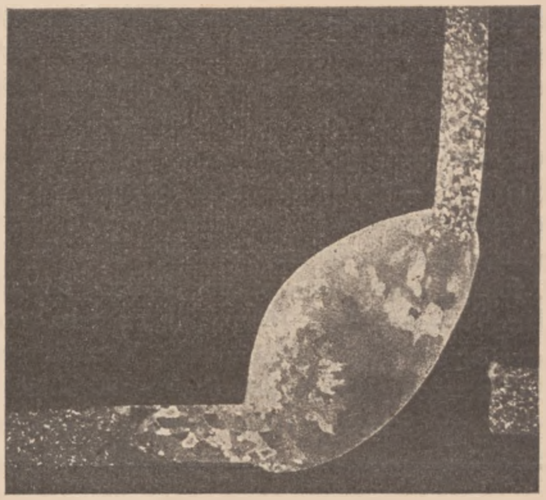
Znane jest wielkie powinowactwo chemiczne glinu oraz magnezu do tlenu. Toć te dwa metale stosuje się jako jedne z najenergiczniejszych odtleniaczy. Duże ilości wyswobodzonego ciepła przy utlenianiu magnezu sprawiają, że metal ten pali się jasnym, oślepiającym płomieniem.

To właśnie wysokie powinowactwo chemiczne w stosunku do tlenu stanowiło przez dłuższy czas największą przeszkodę w spawaniu metali lekkich i ich stopów. Tlenek glinowy (Al_2O_3) dzięki wysokiej temperaturze topliwości (ok. 3 000°) natychmiast po powstaniu zestala się, ale jako cięższy (gęstość 3,75) od glinu (— 2,6) nie wypływa na wierzch. Z jednej strony utrudnia to spawanie, z drugiej osłabia spoinę, w której pozostaje wtryśnięty nieskoagulowany tlenek glinowy.

Trudność tę obecnie omija się w ten sposób, że do spawania stosuje się odpowiednie środki (proszki), które po stopieniu się izolują stopiony metal od tlenu powietrza i w ten sposób utrudniają utlenianie (głównie przy magnezie i jego stopach) oraz rozpuszczają powstałe tlenki, dając lżejszy gatunkowo stop, który wypływa na wierzch.

h) Skłonność do rekrystalizacji.

Metale lekkie używane do spawania winny być jak najczystsze. Wymagają tego względy na korozję. Wiadomo zaś, że im metal jest czystszy, tym łatwiej przebiega rekrystalizacja. Wiadomo też, że temperatura rekrystalizacji zależy od stopnia zgniotu (im zgniot większy, tym temperatura rekrystalizacji niższa). Dzięki temu zgniot w okolicach spoiny może spowodować grubą krystalizację, a więc kruchość. W wypadku powolnego spawania (długie grzanie) grubej krystalizacji nabiera spoina. Na rys. 1. przedstawiono spojoną blachę glinową. Spoina bardzo gruba, a więc długo grzana, posiada grubą krystalizację. Obok



Rys. 1.
Gruba krystalizacja spoiny blachy glinowej (obok spoiny widoczna rekrystalizacja blachy). (I. T. L.).

spoiny blachy rekrystalizowały (musiały być w stanie zgniotu). Ostry karb pomiędzy spoiną a blachą przyczynił się do pęknięcia w tym miejscu podczas prób zmęczeniowych (z badań Instytutu Technicznego Lotnictwa).

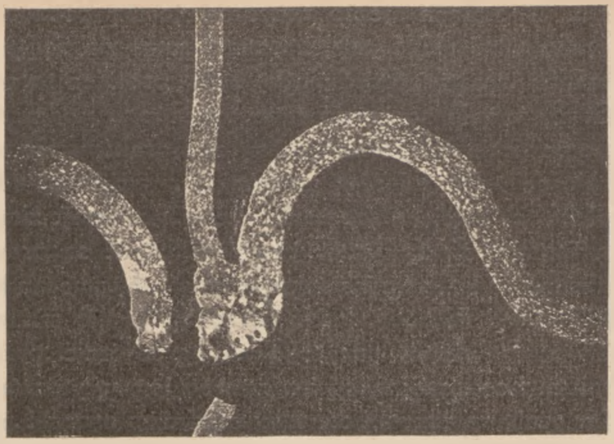
Oczywiście stopy metali lekkich są mniej skłonne do rekrystalizacji, ale zależy to też od stanu fizycznego i chemicznego składników. Jeżeli składniki znajdują się w roztworze, to materiał jest bardziej skłonny do rekrystalizacji. Jak wiadomo, składniki znajdujące się w siatce międzykrystalicznej stawiają niejako opór rozrostowi ziarn przy rekrystalizacji. Zatem w pewnych temperaturach, gdy te składniki zostaną albo stopione albo przejdą w roztwór, rekrystalizacja może przebiegać bardzo silnie. (Stopy glinu przeważnie zawierają miedź. Ta jako Al_2Cu trudno przechodzi w roztwór, dzięki czemu stanowi naturalny hamulec przed rozrostem ziarn).

Rys. 2. przedstawia pęknięcie zbiornika paliwowego, powstałe przypuszczalnie dzięki działaniu karbu i rekrystalizacji (z badań Instyt. Techn. Lotn.).

Uważam, że zgniotowi i rekrystalizacji nie poświęca się dość uwagi w spawalnictwie. Dzięki temu spotyka się dużo niepowodzeń (patrz przykład wyżej).

i) Niebezpieczeństwo korozji.

Metale i stopy lekkie głównie zanieczyszczane żelazem (jako zupełnie nie rozpuszczającym się) są bardzo wrażliwe na korozję. Głównie wchodzi tu w grę korozja elektrochemiczna. Jak wiadomo przyczyną korozji elektrochemicznej są: różnica

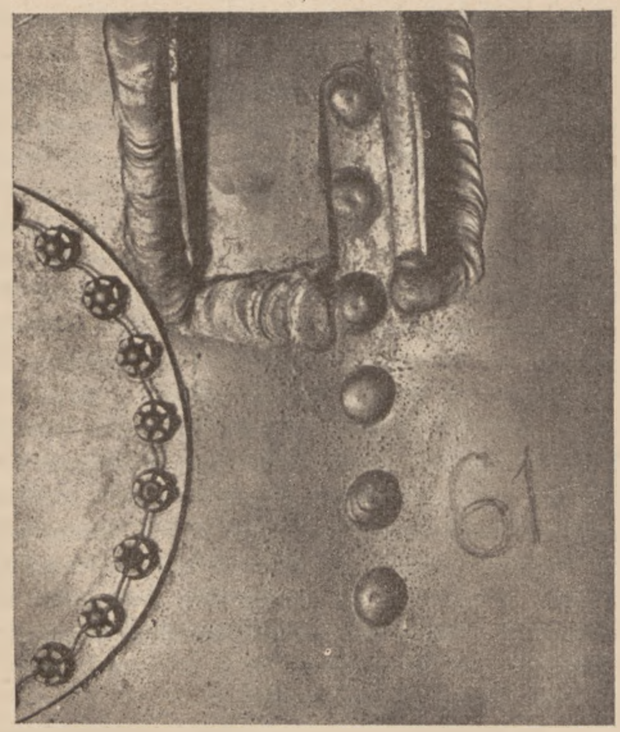


Rys. 2.
Pęknięcie zbiornika paliwowego z blachy glinowej, spowodowane przypuszczalnie działaniem karbu i rekrystalizacją. (I. T. L.).

potencjałów i elektrolit. Elektrolit jest zawsze (wilgoć z bezwodnikiem kwasu węglowego — CO_2).

Różnica potencjału może powstać albo dzięki zanieczyszczeniom albo dzięki różnicy w stanie chemicznym (skład) i fizycznym spoiny (spoina jest lana) albo dzięki różnicom w stanie fizycznym, spowodowanym przez obróbki cieplne powstałe przez miejscowe grzanie przy spawaniu.

Do spawania metali i stopów lekkich do wiązania i rozpuszczania tlenków oraz izolacji stopionego metalu używa się różnych środków chemicznych. Środki te to różne sole częstokroć



Rys. 3.
Korozja glinowego zbiornika paliwowego, spowodowana nieobmyciem z resztek proszku po spawaniu. (I. T. L.).

dające z wodą bardzo silne elektrolity (sole litu, chlorowe itp.). Oczywiście nie usunięte resztki tych środków po spawaniu (mycie) chłoną wilgoć (są naogół bardzo chłonne) z powietrza i rozpuszczając się dają elektrolit. Przedmiot w krótkim czasie ulega zniszczeniu przez korozję. Jest to specjalnie niebezpieczne dla magnezu i jego stopów. Rys. 3. przedstawia korozję zbiornika paliwowego powstałą dzięki nie usunięciu proszków po spawaniu. Przypuszczalnie w następstwie tego powstało widoczne na rys. 3 pęknięcie (z badań Inst. Techn. Lotn.).

Trudności spawania w odniesieniu do stopów metali lekkich nie obrabianych cieplnie.

W stopach lekkich nie obrabianych cieplnie prócz wyżej wyłuszczonych trudności natriafiamy jeszcze na inne a mianowicie:

a) Usunięcie skutków obróbki plastycznej.

Jeżeli przedmiot był obrabiany plastycznie na gorąco czy zimno, to uzyskał pewien korzystny układ fizyczny (zwykle budowę włóknistą). Dzięki grzaniu podczas spawania korzystny układ włókien może być zniszczony, a w ten sposób obniżone własności wytrzymałościowe.

b) Wypalanie składników.

Jako składniki w stopach lekkich wchodzą różne ciała mniej lub więcej łatwo utleniające się. Oczywiście utlenianie ich powoduje zmiany składu chemicznego i stanu fizycznego, a co za tym idzie — zmiany własności.

W stopach glinu ulegają wypalaniu: magnez, krzem, mangan, cynk; — elektronu: mangan, krzem, cynk. P. Maier[1]) podaje, że w stopie Al-Mg o zawartości 7% Mg straty na Mg wynoszą 4%, w stopie Al-Si o zawartości 11,22% Si, po spawaniu bez używania proszków, znalazł krzemu 10,86% (strata ok. 3,2%), a przy używaniu proszków — 11,18% (strata ok. 0,35%). Wypalanie składników głównie przy ich niedużych ilościach (np. w duralu jest krzemu ok. 0,2%, magnezu — 0,5%, manganu — 0,5%) jest szczególnie niekorzystne.

c) Gruba krystalizacja składników stopowych.

W wypadku zbyt długiego grzania składniki stopowe mogą narosnąć w zbyt wielkie ziarna. Jest to oczywiście niekorzystne tak ze względu na wytrzymałość jak i odporność na korozję.

d) Segregacja.

Ponieważ w skład stopów lekkich wchodzą składniki o różnych temperaturach topliwości i o różnej gęstości, może nawet nastąpić podczas

[1]) „Chimie et Industrie" z września 1937 r. Buletin Mensuel de Documentalion Nr 13/18, wydany przez Office Central et Institut d'Acétylène et de Soudure Autogène.

spawania segregacja składników. Segregacja może być tym silniejsza, im temperatura grzania jest wyższa i im dłużej przedmiot w niej się utrzymuje.

Trudności spawania w odniesieniu do stopów obrabianych cieplnie.

W stopach lekkich, które swe własności wytrzymałościowe i elektrochemiczne (korozja) zawdzięczają obróbkom cieplnym, występuje jeszcze inna przeszkoda: usunięcie skutków tych obróbek. Jeżeli stop był poddany hartowaniu, to po spawaniu w pewnej odległości od spoiny nastąpi wyżarzenie. Im stopy posiadają składniki bardziej „leniwe", tj. trudniej zmieniają swój stan fizyczny (np. Al_2Cu który z trudem przechodzi w roztwór i trudno się z niego wydziela), tym skutek wyżarzenia będzie mniejszy. Oczywiście im dłużej będziemy grzali, tym wyżarzenie będzie znaczniejsze. (To jest jedną z najważniejszych przeszkód przy spawaniu stopów typu „duralumin").

Trudności spawania w odniesieniu do stopów lanych.

W częściach lanych dołącza się jeszcze jedna poważna trudność. Duże przewodnictwo cieplne oraz duży współczynnik rozszerzalności i skurcz odlewniczy powodują silne wahania w wymiarach przedmiotu podczas spawania. Jeśli przedmiot jest tak zbudowany, że części mogą się swobodnie rozszerzać, to trudności nie spotykamy. Natomiast w wypadku kiedy przedmiot jest bardziej złożony, skurcze nie mogą swobodnie przebiegać i powodują naprężenia. Ponieważ stopy lane są kruche, naprężenia te mogą spowodować pęknięcia.

SPAWANIE.

Wskazania ogólne.

Znając trudności na jakie natrafiamy przy spawaniu metali lekkich i ich stopów, postarajmy się w kilku słowach zapoznać się ze sposobami ich zwalczania.

Będą to sposoby odnoszące się do wszystkich stopów lekkich oraz interesujące tylko niektóre z nich. Zgodnie z tym postaram się podobnie jak trudności uszeregować odpowiednio sposoby przeciwstawiania się im.

a) Dobór palnika.

Sprawa doboru palnika przy spawaniu metali i stopów lekkich jest bardziej skomplikowana niż przy spawaniu np. stopów żelaza. Wiemy, że wydajność palnika jest funkcją liniową grubości spawanego przedmiotu (oczywiście po uwzględnieniu metody i rodzaju spawania). Ta sprawa nie jest tak prosta. W stalach ciepło zużytkowuje się poza podgrzaniem samego miejsca spawanego na podgrzewanie reszty przedmiotu oraz promieniowanie. Straty ciepła spowodowane przez przewodnictwo po pewnym czasie ustają, są one praktycznie niezależne od wymiarów przedmiotu, w pewnej odległości od miejsca spawania metal pozostaje zimny, natomiast straty przez promieniowanie są prawie niezmienne. Tymczasem przy spawaniu metali lekkich i ich stopów rzecz przedstawia się inaczej. Tu straty ciepła zużytego na ogrzewanie przedmiotu poza spoiną są związane z jego wymiarami. Im grubszy przedmiot, tym musimy stosować proporcjonalnie palnik o większej wydajności. Bo im grubszy przedmiot, tym więcej ciepła odprowadza stop przez przewodnictwo, wobec tego promieniowanie może się odbywać na większej powierzchni. Dlatego jeżeli do spawania na płask blachy glinowej o grubości 1 mm potrzeba palnika o wydajności 60 l acetyl/godz., to przy 10 mm już 1300 l, czyli 130 l acetyl./godz. — Straty przy spawaniu metodą „w górę" są mniejsze, (lepsze wyzyskanie ciepła), więc i potrzebna wydajność palnika jest mniejsza. Potrzebna wydajność palnika jest też uzależniona od wymiarów przedmiotu. Im przedmiot jest większy, tym trzeba stosować „większy" palnik. Znane jest też, że palnik odpowiednio dobrany do grubości i wielkości przedmiotu na początku spawania wydaje się „za mały", a potem „za duży". Przyczyna jasna.

b) Używanie środków zapobiegających utlenianiu składników lub wiążących i rozpuszczających tlenki.

Łatwe utlenianie składników wchodzących w skład stopów lekkich, a głównie glinu i magnezu, zmusza do stosowania ochronnych środków. Środki te to: strefa redukująca palnika acetylenowo-tlenowego, własności redukujące spalającego się wodoru przy spawaniu wodorem atomowym oraz różne środki sztuczne, głównie mieszaniny soli pod postacią proszków. Proszki te jednak źle stosowane są bardzo szkodliwe. Nie usunięte lub wtryśnięte w spoinę chłoną wilgoć z powietrza, dając bardzo silny elektrolit (głównie sole litu i chlorowe). W następstwie tego występuje silna korozja (rys. 5). Z tego względu trzeba stosować odpowiednie środki, by proszki nie pozostawały w spoinie, skąd usunięcie byłoby niemożliwe. Przede wszystkim zaś trzeba stosować je jak najostrożniej. Nie mam jednak miejsca na głębsze wniknięcie w tę sprawę.

c) Mycie po spawaniu.

Ze względu na szkodliwość pozostawionych proszków po spawaniu trzeba je koniecznie usunąć. Miejsca łatwo dostępne wystarczy umyć ciepłą wodą i szczotką. W miejscach mało dostępnych

(zbiorniki) trzeba myć środkami chemicznymi. Jeżeli chodzi o glin i jego stopy, najlepiej używać rozcieńczonego kwasu azotowego (jak wiadomo glin jest odporny na HNO_3). Po wymyciu jednak trzeba przepłukać dobrze ciepłą wodą, by usunąć resztki kwasu. Można też jeszcze potem zneutralizować resztki kwasu przez przemycie roztworem sody żrącej, znów przemyć wodą, a dla pewności jeszcze bardziej rozcieńczonym kwasem azotowym i wodą. Po użyciu nie mogą wystąpić żółtawe plamy (oznaka pozostałości sody).

Do mycia stopów magnezowych nie można używać HNO_3, bo ten bardzo silnie na nie działa. Raczej należałoby stosować roztwory NaOH lub KOH (magnez jest odporny na działanie związków alkalicznych). Oczywiście potem trzeba dobrze daną część obmyć.

d) Szybkość spawania.

Ze względu na utlenianie się składników trzeba stopiony metal utrzymywać jak najkrócej pod działaniem ciepła. W stopach obrabianych cieplnie długie grzanie powoduje zupełne wyżarzenie, a więc spadek wytrzymałości. Do tego trzeba dołączyć niebezpieczeństwo segregacji składników, rekrystalizacji oraz grubej krystalizacji spoiny. Z tych względów należy spawać stopy lekkie jak najszybciej.

e) Unikanie zgniotu.

Jak już wyżej wspomniałem, w stopach lekkich, a głównie obrabianych cieplnie istnieje niebezpieczeństwo rekrystalizacji spowodowanej przez zgniot. Dlatego moim zdaniem stopy lekkie (głównie nisko stopowe i o jednolitej budowie, tj. zbliżonej do roztworów stałych) nie powinny znajdować się przed spawaniem w stanie zgniotu. Do spawania winno się używać stopów żarzonych lub ulepszanych cieplnie. Oczywiście nie każdy zgniot jest niebezpieczny. Należałoby jednak przeprowadzić badania nad wpływem stopnia obróbki plastycznej na zimno (zgniotu) na rekrystalizację podczas procesu spawania.

f) Podgrzewanie części lanych.

Poprzednio mówiłem o niebezpieczeństwie pękania przy spawaniu przedmiotów lanych. Oczywiście niebezpieczeństwo to istnieje w tym wypadku, jeżeli części nie mają możności swobodnego rozszerzania się. By zapobiec pękaniu należy cały przedmiot podgrzewać. Oczywiście nie można do tego celu używać węgla drzewnego (jak to się stosuje przy spawaniu przedmiotów żeliwnych). Najlepiej używać pieców gazowych lub elektrycznych. Po spawaniu należy bardzo wolno ostudzić. Temperatura grzania oraz sposób studzenia muszą być dostosowane do rodzaju stopu. Chodzi o to, by nie wystąpiły w stopie dzięki długiemu działaniu ciepła przemiany wewnętrzne, które mogą spowodować osłabienie przedmiotu. W pewnych wypadkach zamiast grzać cały przedmiot, można stosować miejscowe silne studzenie (np. w wodzie), by w ten sposób nie dopuścić do rozprowadzenia ciepła.

g) Obróbki plastyczne.

Jest rzeczą bardzo pożądaną przekucie spoiny na zimno po spojeniu. Oczywiście odnosi się to do stopów obrobionych plastycznie na zimno lub gorąco. W ten sposób niszczymy grubą krystalizację spoiny i zwiększamy własności fizyczne połączenia.

h) Obróbki cieplne.

Po spojeniu, a głównie po przekuciu spoiny pożądane jest poddanie przedmiotu obróbce cieplnej. Jeśli nie można inaczej, częstokroć trzeba się zadowolić wyżarzeniem spoiny przy pomocy palnika. Obróbki cieplne są prawie konieczne po spawaniu stopów obrabianych cieplnie.

Spawanie czystego glinu.

Właściwie wszystkie uwagi odnoszące się do spawania glinu zostały wyczerpane wyżej. Tu muszę wspomnieć jeszcze o spoiwie. Zwykle do spawania glinu używa się spoiwa też z czystego glinu. Moim zdaniem nie jest to wskazane. Spoina z czystego glinu daje zwykle grubą krystalizację, a więc jest krucha. Raczej należałoby stosować stopy glinu z krzemem. Spoiwa takie mają niższą temperaturę topliwości, a stopione są rzadkopłynne. Prócz tego znana jest zdolność stopów Al-Si do zmieniania. (O tym powiem kilka słów przy omawianiu spawania stopów Al-Si).

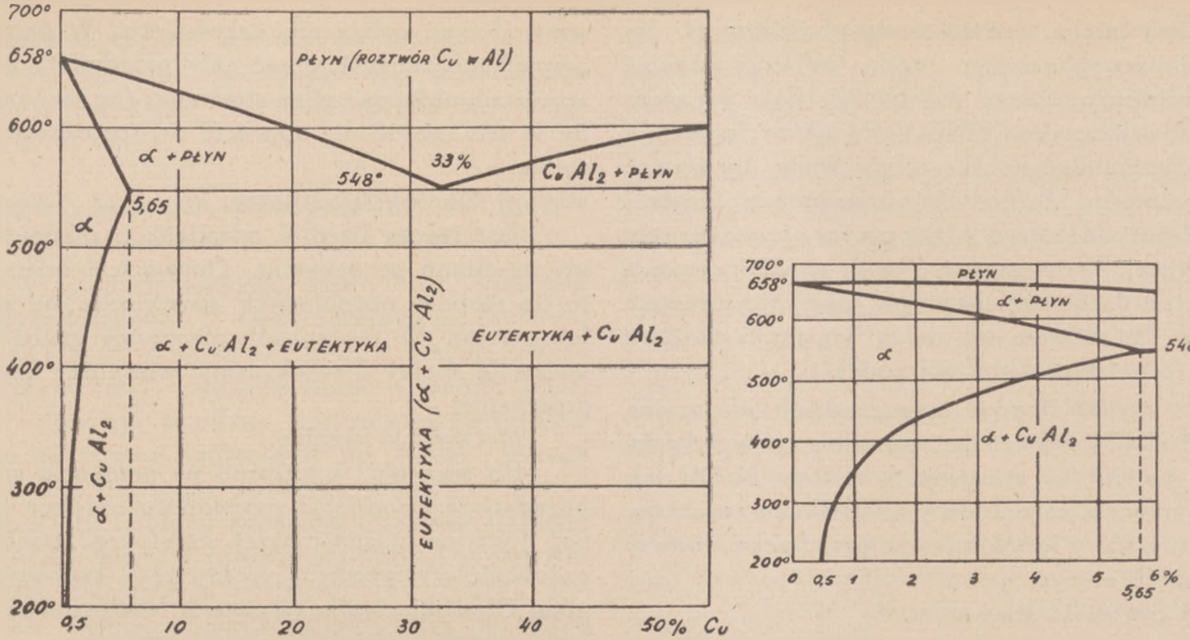
W skład proszków do spawania wchodzą zwykle sole sodu, które mogą powodować zmienianie (modyfikację). Dzięki zaś zmienieniu otrzymujemy spoinę drobno ziarnistą, bardziej ciągliwą, odporną na korozję.

Spawanie stopów glinu z miedzią.

a) Spawalność stopów Al-Cu.

By móc lepiej zrozumieć zdolność do spawania stopów glinu z miedzią, przyjrzyjmy się choćby pobieżnie wykresowi cieplnemu układu Al-Cu (Rys. 4).

Glin z miedzią daje roztwory graniczne o stężeniu $5{,}65\%$ w temperaturze eutektycznej (548^0) i tylko $0{,}5\%$ w temperaturze normalnej. Zatem w zakresie od $0{,}5\%$ Cu do $5{,}65\%$ w temperaturze normalnej znajduje się wolny Al_2Cu, wydzielony z przesyconego roztworu. Przy stężeniu 33% w Cu istnieje eutektyka o temperaturze topliwości 548^0. Dla stężeń $5{,}65\%$ do 33% Cu istnieje mieszanina roztworu Al_2Cu w Al (postać α) z eutektykiem. Od 33% Cu — mieszanina eutektyki z Al_2Cu. Opierając się na tym wykresie można od razu



Rys. 4.
Układ glin-miedź (według Dix i Richardson, uzupełniony dodatkowym opisem autora).

orzec, że stopy o zawartości 5,65% tj. dające roztwory stałe, będą się najlepiej spawały, a to ze względu na nieobecność niżej topliwej eutektyki.

Eutektyka ta, topiąc się wcześniej od roztworu α rozluźnia spoistość pomiędzy ziarnami. Wobec tego grzany głównie niejednostajnie (przy spawaniu) materiał łatwo pęka.

Oczywiście zawsze musimy dążyć do tego, by materiał był drobnoziarnisty i jak najbardziej jednolity. Najłatwiej będzie to uzyskać przy stopach bardzo ubogich w Cu, bo ziarna w zakresie pomiędzy liquidusem a solidusem mają mało czasu na narastanie (przy zawartości 5,65% Cu różnica temperatur pomiędzy liquidusem a solidusem wynosi już ok. 100°). Oczywiście im spawanie będzie szybciej przeprowadzone a stop krócej grzany w wysokiej temperaturze, tym mniej wydzieli się na obwodach ziarn Al_2Cu (z przesyconego roztworu). W tym miejscu metal będzie miał budowę bardziej zbliżoną do metalu zahartowanego.

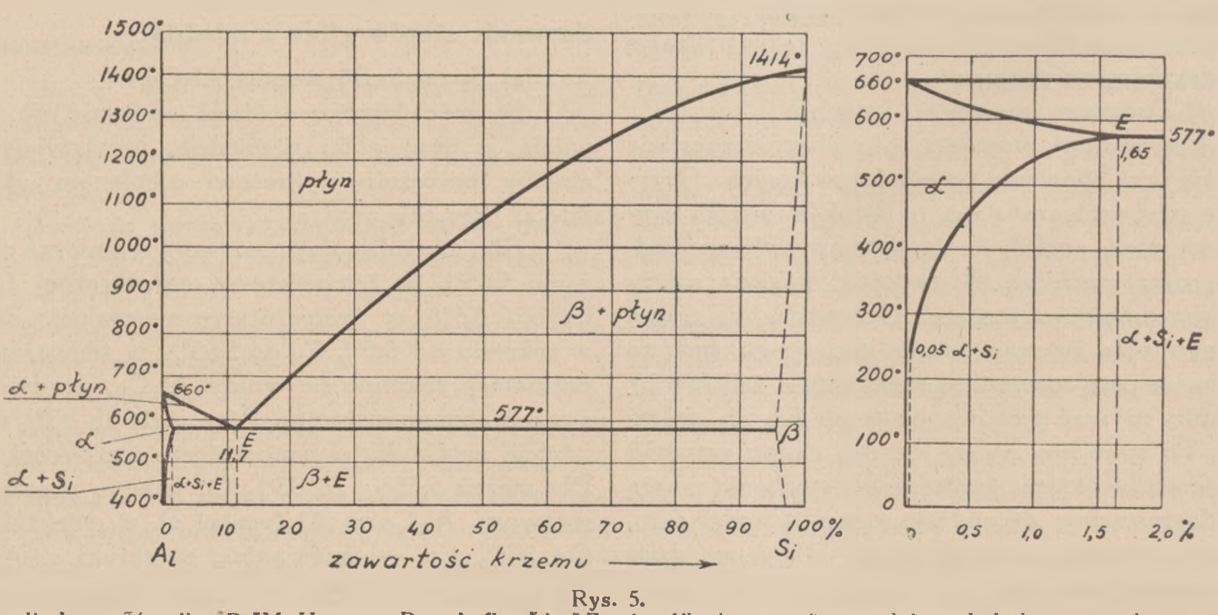
Stopy o zawartości Cu ponad 5,65% spawają się trudniej ze względu na coraz większe ilości eutektyki.

Stopy ponad 15% Cu nie znajduja większego zastosowania, wobec czego nie interesują nas.

Jako spoiwa należy używać stopu o tym samym względnie zbliżonym składzie chemicznym. W razie braku takiego — ze stopu Al-Si (patrz spawanie czystego glinu).

Spawanie stopów glinu z krzemem.

Chcąc się zorientować co do możliwości spawania stopów glinu z krzemem, przyjrzyjmy się znów wykresowi cieplnemu Al-Si (rys. 5).



Rys. 5.
Układ glin-krzem (według Dr M. Hausen „Der Aufban der Zweistofflegierungen" uzupełniony dodatkowym opisem autora).

Nie bawiąc się zbytnio w omawianie wykresu podobnego w swej budowie do wykresu cieplnego układu Al-Cu możemy stwierdzić, że własności spawalnicze stopów glinu z krzemem są podobne do własności stopów glinu z miedzią. Mają one jednak jedną bardzo ważną (głównie stopy bliskie eutektyki, 10—14% Si) zaletę: dają się łatwo zmieniać (modyfikować).

Najbardziej znanym stopem z tej rodziny jest stop o zawartości 12—13,5% Si, tzw. „Silumin" (lub bardziej złożony „Alpax" o składzie: Si — 10,5—12,5%, Zn — 0,1%, Cu — 0,1%, Mg — 0,2%, Fe — 0,6%, Al — reszta).

Silumin posiada (po zmienieniu) bardzo ciekawe własności: stosunkowo wysoką wytrzymałość, wydłużenie i twardość, trwałość (wytrzymałość na zmęczenie) oraz dobrą „lejność".

Jednym z najlżejszych zmieniaczy, stosowanym do „Siluminu" jest sód lub jego sole. Dodanie pewnej ilości tego zmnieniacza tuż przed odlaniem powoduje zmienienie, które polega na rozdrobnieniu ziarn oraz przesunięciu eutektyki do 14% Si. Mimo, że normalnie „Silumin" (12—13,5% Si), znajduje się po stronie Si (po prawej stronie eutektyki), gdzie są już wolne ziarna β (czy też czystego krzemu), to po zmienieniu — po stronie Al.

Dzięki tej własności stopy Al-Si dają się dobrze spawać i to przy większej zawartości Si. W proszkach używanych do spawania znajdują się sole sodu, a te jak wiadomo wywołują zjawisko zmieniania.

Trzeba też podkreślić, że krzepnięcie stopu odbywa się prawie w tej samej temperaturze, dzięki temu ziarna nie mają czasu na narastanie.

Dlatego w wypadku gdy nie znamy dobrze składu stopu glinowego poleca się stosować spoiwo ze stopu Al-Si.

Spawanie stopów typu duraluminium.

a) Charakter stopów.

Stopy te zawierają:

Cu — 0—5,5%
Si — 0,2—1,0%
Mn — 0—1,2%
Mg — 0,2—2,0%
Al — reszta.

Jako zanieczyszczenie najczęściej spotyka się żelazo.

Swoje wysokie własności wytrzymałościowe i odporność na korozję zawdzięczają obróbce plastycznej na zimno (zgniotowi) oraz następującym po tym obróbkom cieplnym (hartowanie i starzenie).

b) Postacie składników.

Ze względu na skład chemiczny stopów typu duralumin winno się omówić trzy zasadnicze układy:

glin — miedź,
glin — Mg_2Si,
glin — mangan.

Jednak zbyt rygorystyczne opieranie się na wykresach cieplnych mogłoby doprowadzić do błędnych wniosków. Na przykład: za przyczynę starzenia się stopów tego typu uważamy wytrącenie się z przesyconego roztworu stałego składnika Al_2Cu. Starzenie to w stopach Al—Cu występuje dopiero w temperaturze około 140°. W temperaturach normalnych starzenie praktycznie nie zachodzi. Tymczasem w stopach, które zawierają składnik Mg_2Si (a więc typu duralumin) starzenie występuje już w normalnych temperaturach. Nawet grzanie w temperaturze powyżej 100° nie jest dopuszczalne (głównie ze względu na korozję).

Niemniej nie będzie rzeczą szkodliwą pobieżne choćby przyjrzenie się pojedyńczym wykresom cieplnym składników wchodzących do stopów typu duraluminium.

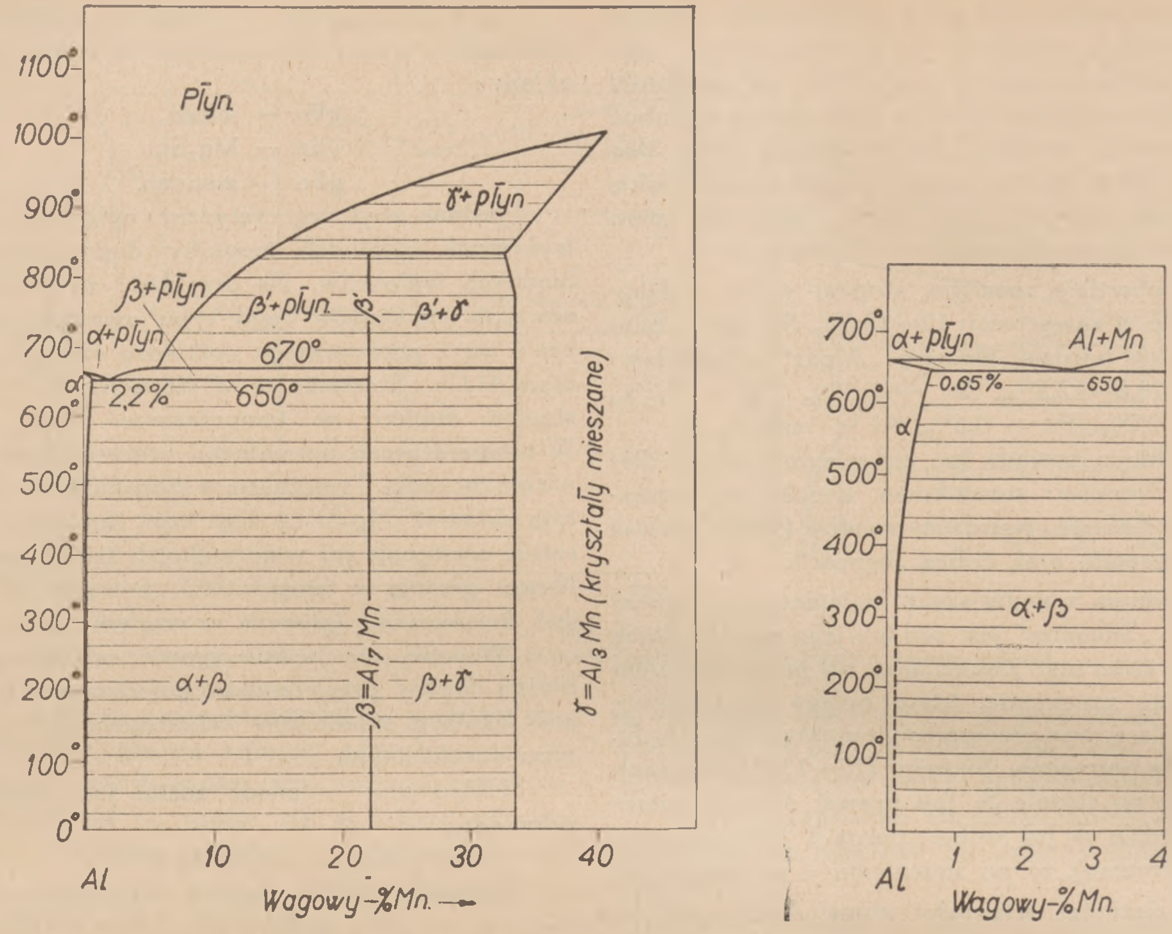
Układ glin — miedź został już omówiony poprzednio.

Układ glin — mangan (rys. 6).

Ponieważ ilości manganu wchodzące w skład tego typu stopów są niewielkie (do 1,2%), interesuje nas tylko część wykresu najbliższa Al. W tych ilościach mangan występuje albo w postaci roztworu Al_7Mn (niektórzy badacze podają Al_3Mn lub Al_5Mn) oraz wolnych ziarn Al_7Mn, wytrąconych z przesyconego roztworu. Ilości Al_7Mn w roztworze są, praktycznie rzecz biorąc, znikome. Ze względu na to, że temperatury topliwości w tym zakresie są bardzo zbliżone do temperatury topliwości czystego glinu oraz małej ilości manganu, można uważać, że mangan nie wpływa w sposób znaczący na spawalność stopów glinu.

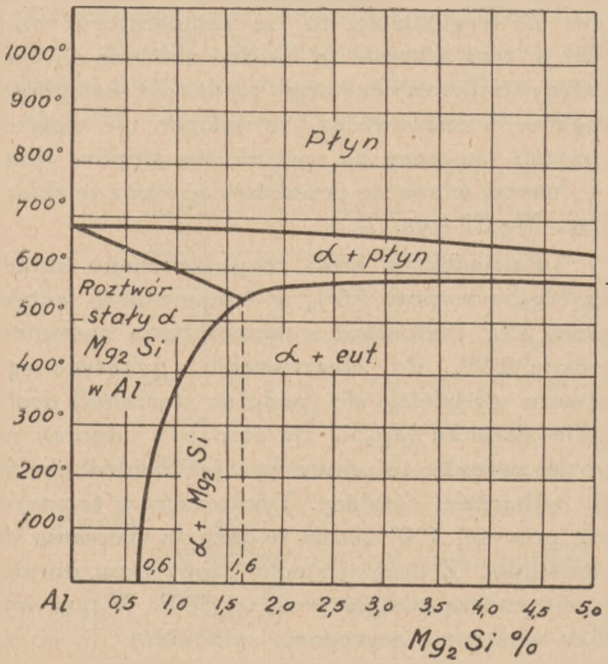
Inaczej winna się przedstawiać rzecz ze składnikiem Mg_2Si (rys. 7).

Tu największa ilość rozpuszczonego składnika Mg_2Si wynosi 1,6% w temperaturze eutektycznej 580°. Natomiast w temperaturze normalnej zaledwie 0,6%. Po zahartowaniu z przesyconego roztworu wydzielają się (podczas starzenia) drobniutkie ziarenka Mg_2Si. By stop był odporny na korozję ziarenka te winny być jak najdrobniejsze i jak najbardziej rozsiane. Tymczasem w temperaturze powyżej 100° ziarna te dążą do skupiania się i narastania. Z drugiej strony stopy typu duralumin nie znoszą grzania powyżej 500°. W tym wypadku występuje segregacja składników, a co za tym idzie spadek wytrzymałości. Jednak w tej temperaturze (500°) ilość rozpuszczonego Mg_2Si wynosi 1,4%, co odpowiada zawartości Mg-0,5%



Rys. 6.
Układ glin-mangan (według Dr inż. V. Fuss „Metallographie des Aluminiums und seiner Legierungen).

Reszta pozostaje jako wolne ziarna. Dlatego w stopach tego typu niechętnie przekracza się ilość 0,5°/₀ Mg.



Rys. 7.
Układ glin-Mg_2Si
(częściowy; po stronie Al).

Temperatura topliwości eutektyki wynosi zaledwie 580°, a więc jest niższa od temperatury topliwości glinu o 78°. Przy ogrzewaniu eutektyka wcześnie się topi. Odwrotnie przy studzeniu późno krzepnie, mając czas na skupienie się.

Ze względu na spawanie należałoby raczej ograniczać ilość Mg, a więc i Mg_2Si, ponieważ przy miejscowym podgrzewaniu wcześniej topniejąca eutektyka może powodować pęknięcia przedmiotu.

Podczas spawania oczywiście skutki obróbek cieplnych zostają w mniejszym lub większym stopniu usunięte. Wprawdzie składnik Al_2Cu, którego przeprowadzenie w roztwór jest koniecznym warunkiem zahartowania, jest dość „leniwy", ale nie w obecności Mg_2Si. Najsłabsze miejsce po spojeniu znajduje się w pewnej odległości od spoiny, gdzie efekt wyżarzenia był zupełny (temperatura żarzenia duraluminu wynosi 380°—400°). Natomiast bliżej spoiny, gdzie stop był podgrzany do temperatury hartowania (ok. 500°) wytrzymałość nie spada. Grzanie przy spawaniu powoduje jeszcze segregację składników (Mg_2Si), wypalanie itp.

Z tych względów przyjmuje się, że stopy tego typu są niespawalne. Nie jest to zupełnie słuszne. Powodzenie spawania zależy od:

1. Szybkości spawania (by stop miał jak najmniej czasu na zmiany wewnętrzne: segregację, wydzielenie dużych ziarn Al_2Cu i Mg_2Si).

2. Użycia odpowiednich środków zapobiegających wypalaniu i segregacji składników.

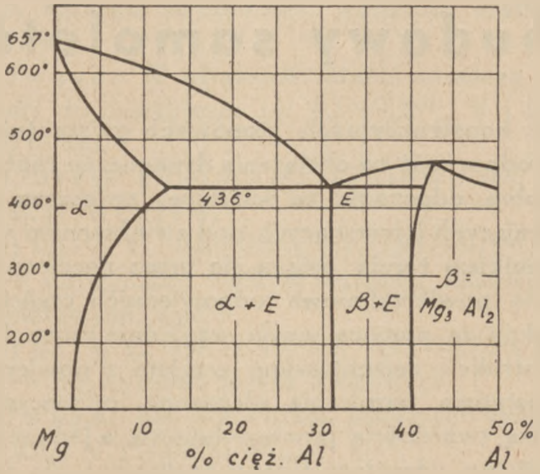
Oczywiście jest rzeczą wskazaną po spojeniu przekucie spoiny na zimno oraz danie obróbki cieplnej (hartowanie i naturalne starzenie).

Spawanie innych stopów glinu.

Jak się spawają inne stopy, a głównie bardziej złożone jak „Y", „RR" itp., nie jestem dobrze zorientowany. Wiem, że stop „Y" lany daje dość dobre wyniki. Obecność żelaza i niklu winna utrudniać spawanie. Natomiast obecność tytanu w stopach „RR" winna spawanie ułatwiać (tytan występuje jako zmieniacz). Nie widzę jednak żadnej specjalnej trudności w spawaniu stopów lanych, natomiast należy sądzić, że stopy obrabiane plastycznie (kute, prasowane) spawają się trudno (podobnie jak stopy typu duralumin).

Spawanie stopów magnezu.

Podstawowym składnikiem stopów magnezu poza samym magnezem jest glin. Wykres cieplny układu magnez-glin przedstawia rys. 8.



Rys. 8.
Układ magnez-glin.

Granica rozpuszczalności glinu w magnezie wynosi w temperaturze eutektycznej 436° ok. 12%. Natomiast w temperaturach normalnych — różni badacze różnie podają.

Opierając się na poprzednich wywodach należy stwierdzić, że stopy o mniejszym procencie glinu winny się lepiej spawać. Stopy te jednak muszą być wrażliwe na rekrystalizację. W stopach o większej zawartości glinu występuje nisko topliwa eutyka (436°). Ponieważ temperatura topliwości czystego magnezu wynosi 651,9°, różnica temperatur topliwości pomiędzy najniższą a najwyższą wynosi 215,9°! Wobec tego stopy o większej ilości glinu tj. te, w których ten występuje w postaci eutektyki, są niespawalne.

Jest zawsze pożądane, by po spojeniu poddać spoinę lekkiemu przekuciu oraz wyżarzeniu. Stopy obrabiane cieplnie winny być (podobnie jak stopy typu duralumin) po spojeniu też obrobione cieplnie.

Wszystkie inne uwagi odnoszące się do używania środków izolujących stopiony metal i rozpuszczających tlenki znajdują tu pełne zastosowanie. (Trzeba stosować te środki umiejętnie, by nie spowodować zapalenia stopu).

Muszę jednak podkreślić szczególną doniosłość zabezpieczenia stopów magnezu przed korozją. Tu nie wystarczy już mycie mechaniczne spoiny (jak w stopach glinu). Mycie sposobami chemicznymi jest konieczne. Według I. G. Farbenindustrie najlepszym środkiem do mycia po spawaniu jest kwaśny roztwór dwuchromianu potasowego (zakwaszonego kwasem azotowym) lub roztwór wodny dwuchromianu potasowego $K_2Cr_2O_7$. Poza myciem zabiegi te wytwarzają silnie przylegającą warstwę tlenków. Następnie przedmiot trzeba polakierować.

SPAWANIE ELEKTRYCZNE I ZGRZEWANIE.

Dość często spotyka się w publikacjach prasowych, że stopy lekkie dobrze spawają się elektrycznie. Osobiście jestem temu sposobowi przeciwny. Uważam, że najlepiej do spawania metali lekkich i ich stopów nadaje się palnik acetylenowo-tlenowy, ponieważ:

1. Posiada strefę redukującą,

2. Przez odpowiednie pochylanie palnika można zmieniać ilość doprowadzonego ciepła, czego nie można uzyskać przy spawaniu elektrycznym-łukowym,

3. Można spoiwem mieszać stopiony metal, umożliwiając lepsze przetopienie i wypływanie rozpuszczonych lub związanych tlenków.

W pewnych wypadkach (stopy wyżej stopowe) dobre rezultaty daje spawanie przy pomocy wodoru atomowego. Spawanie przy pomocy wodoru atomowego ma wszystkie zalety płomienia acetylenowo-tlenowego i łuku elektrycznego. Nad tym pierwszym ma tę przewagę, że daje wyższą temperaturę, a więc zezwala na szybsze spawanie (krótsze grzanie). Niestety palnik do spawania wodorem atomowym jest jeszcze narazie zbyt ciężki i niewygodny. To utrudnia manewrowanie płomieniem, co przy spawaniu metali i stopów lekkich jest konieczne.

W ostatnich czasach zaczyna się z pewnym powodzeniem stosować też zgrzewanie elektryczne.

Zgrzewanie daje niezłe wyniki przy zgrzewaniu blach. Działanie ciepła jest bardzo krótkie, wobec tego nie może nastąpić utlenienie. (Oczywiście pod warunkiem, że zgrzewane powierzchnie będą dobrze oczyszczone).

ZAKOŃCZENIE.

Ten krótki przegląd nie daje pełnego obrazu zagadnień spawalności metali lekkich i ich stopów. Starałem się podać raczej te rzeczy, które interesują chemika. By spawalnictwo mogło cieszyć się zasłużonym powodzeniem, spawaczowi muszą podać mocną rękę metaloznawca i chemik. A w spawaniu metali lekkich i ich stopów chemicy mają bardzo dużo do powiedzenia. Na nich czeka jeszcze opracowanie lub udoskonalenie odpowiednich środków zabezpieczających przed utlenianiem, segregacją, środków rozpuszczających tlenki i uzupełniających wypalone składniki.

Środki te winny odpowiadać następującym warunkom:

1. Posiadać temperaturę top. niższą o 50^0 do 100^0 od temperatury topliwości stopu.
2. Posiadać odpowiednią rzadkopłynność, by dobrze chronić metal przed utlenianiem.
3. Wiązać łatwo tlenki i dawać z nimi lekkie stopy, łatwo wypływające na wierzch.
4. Nie dawać trujących związków.
5. Być jak najmniej chłonnymi.
6. Utrudniać segregację składników.
7. Zastępować wypalone składniki.
8. Wykazywać dużą przyczepność w stanie stopionym lub rozpuszczonym w wodzie lub innym środku.
9. O ile możliwe nie dawać z wodą elektrolitu wywołującego korozję.
10. Dawać się łatwo usuwać po spawaniu.
11. Nie ulegać zepsuciu przy przechowywaniu.

Będę bardzo rad, jeśli te moje nieuczone wywody zachęcą kogoś z Czytelników do pracy nad zagadnieniami spawalniczymi. A raczej nie pracy, lecz współpracy z metaloznawcami, zajmującymi się sprawami spawania i spawaczami.

Prof. Dr Inż. I. FESZCZENKO-CZOPIWSKI
Huta Baildon.

Stalowe materiały do budowy samolotów

Samolot podobnie jak samochód składa się z wielu rozmaitych części mniej lub więcej odpowiedzialnych konstrukcji i bynajmniej nie wszystkie części konstrukcji samolotu wymagają wysoko kwalifikowanych gatunków stali. Pewne części samolotu wykonują służbę drugorzędną i do budowy tych części stosuje się z powodzeniem zwykłe handlowe gatunki stali lub dobrą stal konstrukcyjną czysto węglową.

Wiele części konstrukcji samolotowych, pracujących zwłaszcza pod zmiennymi obciążeniami, ulegających raptownym obciążeniom, wymaga stopowych tworzyw stalowych o wysokiej wytrzymałości na obciążenia przemienne, o wysokiej wisności i wysokiej odporności na zużycie. Poza tym są pewne części konstrukcji (zawory, tuleje cylindrów i inne), dla których są potrzebne tworzywa stalowe o specjalnych własnościach.

Stale konstrukcyjne stopowe w odróżnieniu od stali konstrukcyjnych czysto węglowych znamionuje wyżej położona granica zmęczenia, co pozwala konstruktorom na osiągnięcie większego stopnia bezpieczeństwa konstrukcji, względnie na zmniejszenie ciężaru konstrukcji, co dla sprawności samolotu może jest najważniejsze. Dobra wisność stali konstrukcyjnych stopowych gwarantuje dobrą odporność na obciążenia dynamiczne raptowne, a dobrą odporność na ścieranie, zwłaszcza części ślizgających i pracujących pod zwiększonym współczynnikiem tarcia osiąga się przez nacementowywanie powierzchniowe odpowiednich części konstrukcji za pomocą węgla względnie azotu. Części konstrukcji cementowane węglem z powierzchni, a następnie termicznie ulepszone, odznaczają się wielką twardością powierzchniową, a jednocześnie ciągliwym rdzeniem. Części azotowane nie wymagają żadnej następnej obróbki cieplnej i odznaczają się bardzo wielką twardością, wyższą o jakieś $30^0/_0$ od tych samych stali nawęglonych i zahartowanych, natomiast rdzeń posiada własności nie zmienione.

Huty krajowe są w stanie produkować wszystkie gatunki stali specjalnych, stosowanych do wyrobu wszelkiego rodzaju konstrukcji lotniczych i chociaż nawet niektóre specjalne gatunki nie są obecnie wprowadzone do hut lub gatunki krajowe odbiegają nieco od specyfikacji powszechnie przyjętej w lotnictwie, to przejście względnie wprowadzenie tego nowego gatunku do krajowej produkcji hutniczej nie stanowiłoby większych trudności.

Stale używane do wyrobu części konstrukcji lotniczych[1]).

1. Stale węglowe do cementacji węglem, maks. 0 15% C, (MW8) — są stosowane do wyrobu: kowadełek zaworu, bezpieczników, śrub, gniazd dźwigni, tulei, krzywek rozrządu, obsad termometru, ścianek.

2. Stale węglowe konstrukcyjne,

a) 0,16—0,22% C, (MW7w) — do wyrobu: podkładek, części spawalnych, uszczelek, bezpieczników, nakrętek, osi wirnika, przewodów przelewowych, łap kominka, mankietów, kluczy, nitów;

b) 0,31—0,37% C, (MW6w) — do wyrobu: nakrętek, wkrętek, kołków stożkowych, ustalaczy łożyska, śrub, gniazd smarownicy, podkładek, końcówek, łączników, wkładek przegubu, przeciwwag, kołnierzy wydechu, rozpórek, końcówek rozpylaczy, korpusów rozpylaczy, obsad rozpylaczy;

c) 0,46—0,55% C, (MW5) — do wyrobu: cylindrów, piast śmigła, talerzy piast śmigła, nakrętek, wkrętek, śrub;

d) 0,66—0,75% C, (MW3) — do wyrobu: podkładek, sprężyn, kulek, bezpieczników, kół pośredniczących.

3. Stale niklowe do cementacji węglem, 0,17% C i 4,5—5,3% Ni (LEl) do wyrobu: łożysk, krzywek rozrządu, kół sprzęgła sprężystego, sprzęgła tarczowego, wirników, wałków napędowych.

Uwaga: W ostatnich latach zaznacza się tendencja do nawęglania ok. 0,1—0,25% V i 0,15 do 0,50% Mo.

4. Stale chromowo-niklowe do cementacji węglem,

a) 0,17% C, 0,6—0,8% Cr, 3,25—3,75% Ni (LDl) — do wyrobu: wałków rozrządu, mimośród, kół planetowych, tulei;

b) 0,17% C, 1,0—1,3% Cr, 4,25—4,75% Ni, (KB2) — do wyrobu: łożysk kulkowych.

Uwaga: dla konstrukcji lotniczych dodaje się $<$ 0,25% V i $<$ 0,5% Mo.

5. Stale do azotacji,

a) 0,18—0,25% C, 2,8—3,3% Cr, 0,15—0,30% V, 0,4—0,6% Mo (ACM).

b) 0,25—0,35% C, 0,7—1,0% Cr, 0,5—0,8% Ni, 0,15—0,25% V, 1,0—1,4% Mo, (AMV) do wyrobu: tulei cylindra.

6. Stale konstrukcyjne chromowo-niklowe,

a) 0,28—0,32% C, 1,1—1,5% Cr, 4,0 — 4,5% Ni, 0,3—0,5% Mo (KB4 spec) do wyrobu: ustalaczy zaworu, korbowodów, sworzni, rozpórek, drążków, podstaw mostka, kół stożkowych;

b) 0,22—0,28% C, 1,0—1,4% Cr, 2,75—3,25% Ni, 0,3—0,4% Mo (KB3m) do wyrobu: gniazd łożysk, dźwigni wlotowych i wylotowych, mostków wyrównawczych, łączników łap ściągu, kapturów sprężyn zaworowych, korbowodów, kół stałych reduktora, krzywek rozrządu, piast sprzęgła, wałków napędu i akcesorii, piast sprzęgła sprężystego;

c) 0,28—0,35% C, 0,6—0,9% Cr, 3,25—3,75% Ni, 0,3—0,4% Mo (LD5m) do wyrobu: wałów reduktora, wałów korbowych, uchwytów, kapturów sprężyn, ustalaczy zawleczek, ścięgieł, śrub, klinów, pierścieni łączących, tarcz sprzęgła, wkładek, wkrętek, widełek ściągu, nitów, cylindrów, tłoków.

7. Stale chromowo-molibdenowe do nawęglania, 0,13—0,17% C, 0,8—1,2% Cr, 0,2—0,3% Mo — (C M 1) do wyrobu: ścięgieł, zawleczek.

8. Stale konstrukcyjne chromowomolibdenowe, 0,28—0,35% C, 0,9—1,1% Cr, 0,15—0,25% Mo (C M 5) do wyrobu: kluczy, śrub, wkrętek.

9. Stale zaworowe,

a) 0,4—0,5% C, 0,8—1,1% Si, 12—14% Cr, 2,0—2,4% W, 13,5— 15% Ni, 0,7—1,0% Mo (K N Z) — do wyrobu: zaworów wlotowych i wylotowych, śrub, podstaw mostka, grzybków zaworu rozruchowego:

b) 0,3—0,4% C, 2—3% Si, 9—12% Cr, 0,8—1,2% Mo (Silchrom 2),

c) 0,5—0,6% C, 4,8—5,2% Mn, 3—4% Cr, 12—14% Ni (R M E_5) do wyrobu: gniazd zaworowych.

10. Inne stale o specjalnym przeznaczeniu:

a) stal łożyskowa 0,95—1,1% C, 1,4—1,7% Cr (R K A) do wyrobu: łożysk wirnika;

b) stal nierdzewna ferrytyczna 0,12% C, 12—14% Cr (KAWw) do wyrobu: kołków, łbów. osi przegubu, korków, główek popychaczy, łączników złącza, ustalaczy zaworów, nakrętek, korków filtru, zaworów odpowietrzających, osi rozdzielacza, nakrętek przegubu;

c) stal nierdzewna martenzytycz., 0,2—0,3% C, 13—15% Cr (KAWm) do wyrobu: kół pompy benzynowej;

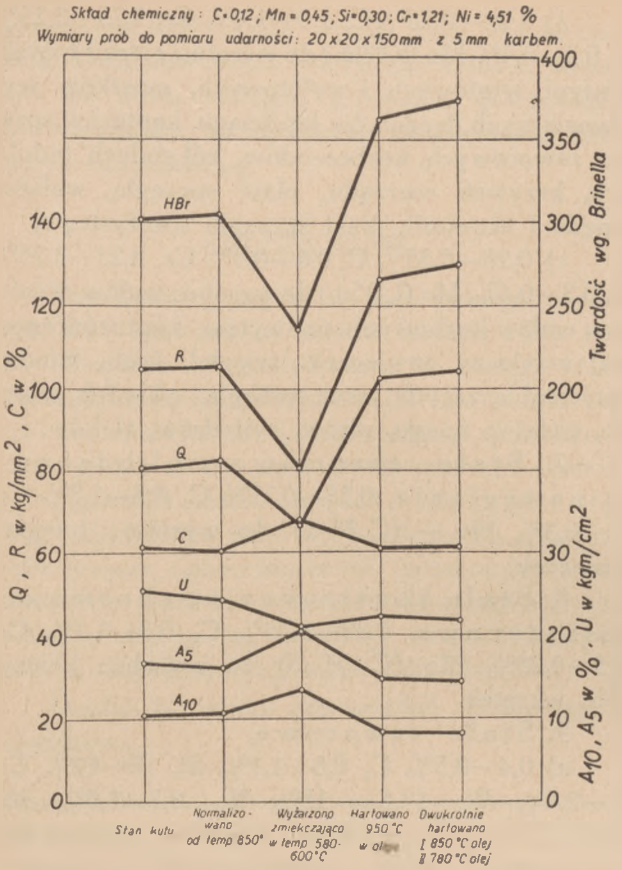
d) stal nierdzewna austenityczna 0,12% C, 17—19% Cr, 8—9% Ni, 0,4—0,6% Ti.

Uwaga: może również zawierać ok. 2,0% Mo, (KNR2 i KNRE2) do wyrobu: kół kierownicy, rur wydechowych;

11. Poza tym stale na magnesy, na sprężyny i stale narzędziowe.

Końcowy efekt w stalach stopowych według definicji znakomitego amerykańskiego metaloznawcy E. C. Baina jest taki sam, jak w stalach węglowych, jednak nieco przesunięty na skutek

[1]) W nawiasach znajdują się nazwy odpowiednich marek Huty Baildon.



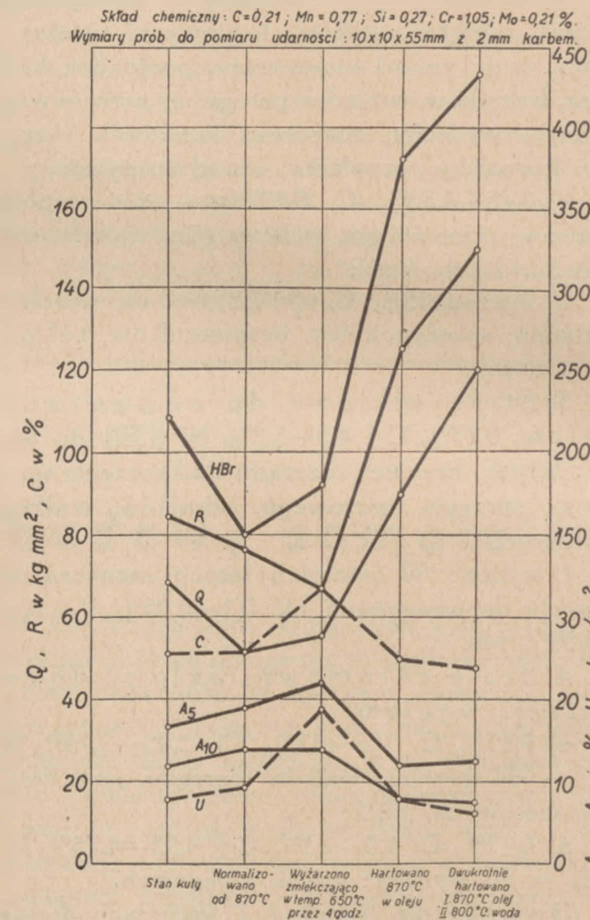
Rys. 1.
Własności wytrzymałościowe stali KB2.

indywidualnych wpływów poszczególnych pierwiastków stopowych. Przez odpowiednią przeróbkę termiczną (a musi ona być odpowiednia) zależnie od metalurgicznej charakterystyki topu, wyprowadzonej na hutach przez Zakłady Badawcze dla każdego topu na podstawie prób hartowania i określania wielkości ziarna austenitycznego, możemy nadać każdemu gatunkowi stali węglowych własności zbliżone do własności stali stopowych. Końcowa struktura stali decyduje o własnościach mechanicznych, a zwłaszcza stopień rozproszenia węglików, ich kształt geometryczny i obecność względnie nieobecność rozproszenia pozostałości zmieniania (tlenków, krzemianów, czy jakichkolwiek obcych faz).

Tendencja obejścia się w stalach konstrukcyjnych bez niklu była podyktowana nie tylko względami ekonomicznymi, lecz i względami natury politycznej i obronnej [1]). W konstrukcjach lotniczych zamiana stali niklowych na stale bezniklowe postępowała wolniej, niż w konstrukcjach samochodowych.

Stale chromowo-molibdenowe nazwał J. Cournot, prof. Ecole Nationale Supérieur de l'Aeronautique, stalami „obrony narodowej"; są to tworzywa lotnicze o zawartości 0,08—0,50% C, 0,37—0,67% Mn, 0,45—0,75% Si, 1,5—2,0% Cr i 0,6—0,8% Mo. Więcej rozpowszechnione są tworzywa zawierające 0,8—1,2% Cr i 0,15—0,35% Mo. Im większa jest średnica konstrukcji, tym więcej tworzywo powinno zawierać węgla, chromu i molibdenu.

Na rys. 1 przedstawiono zmianę własności wytrzymałościowych w zależności od zastosowanej obróbki cieplnej dla stali konstrukcyjnych, używanych do nawęglania, a mianowicie: chromowoniklowej (KB2) i na rys. 2 — chromowo-molibdenowej (CM2). [1])

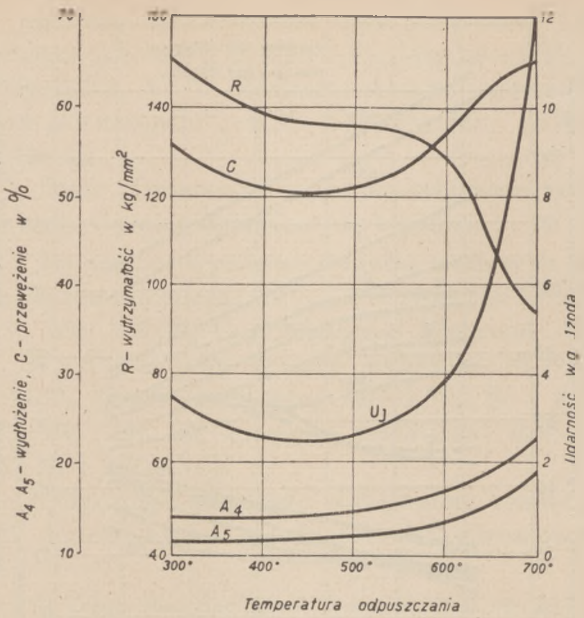


Rys. 2.
Własności wytrzymałościowe stali CM2.

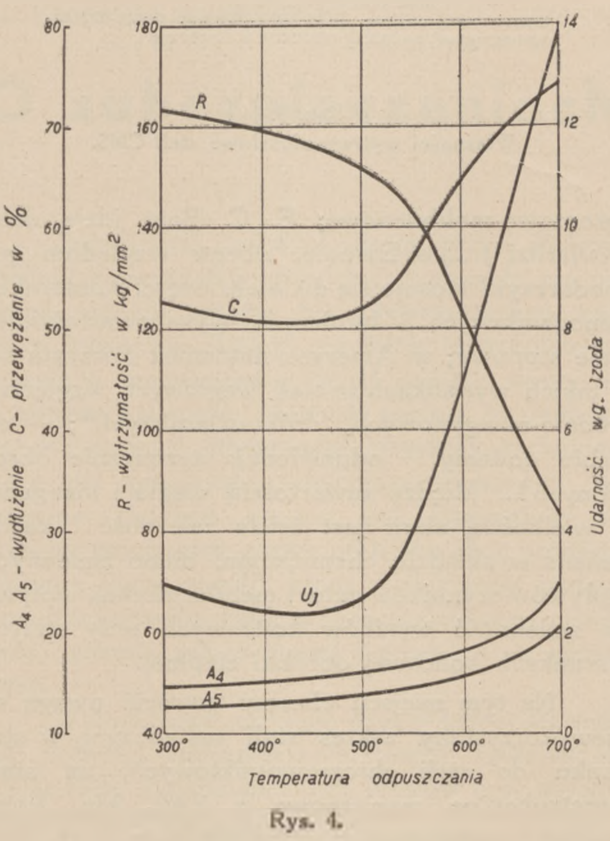
Na rys. 3—4 przedstawiono zmianę własności wytrzymałościowych w zależności od obróbki cieplnej dla dwu stali konstrukcyjnych, używanych do naazotowywania, a mianowicie: stali AMV i ACM, w stanie termicznie ulepszonym.

[1]) Przegląd Mechaniczny 1936 r., Nr 10, str. 327/31.

[1]) Na naszych rysunkach oznacza: H_{Br} — twardość w skali Brinella, R_r — wytrzymałość na rozerwanie, Q_r — granica płynności, $S_{0,01}$ — granica proporcjonalności przy trwałym wydłużeniu. 0,01%, U — udarność wg Charpy lub Mesnager, U_1 — udarność wg Izoda, A_{10} i A_5 — wydłużenie, C — przewężenie.



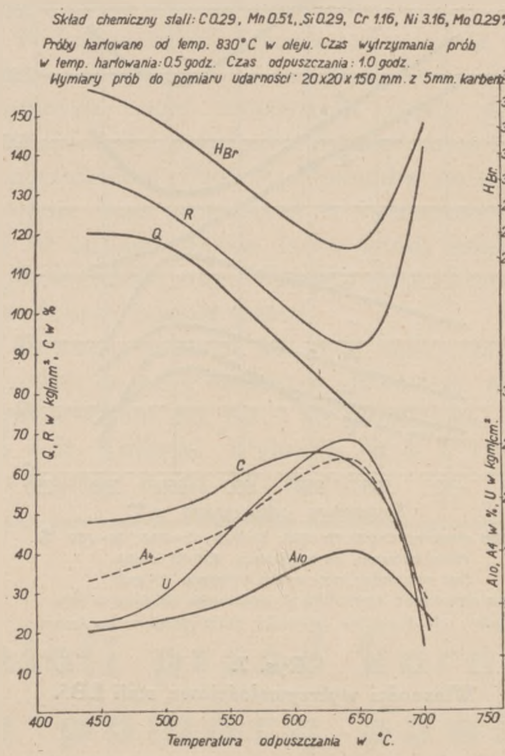
Rys. 3.



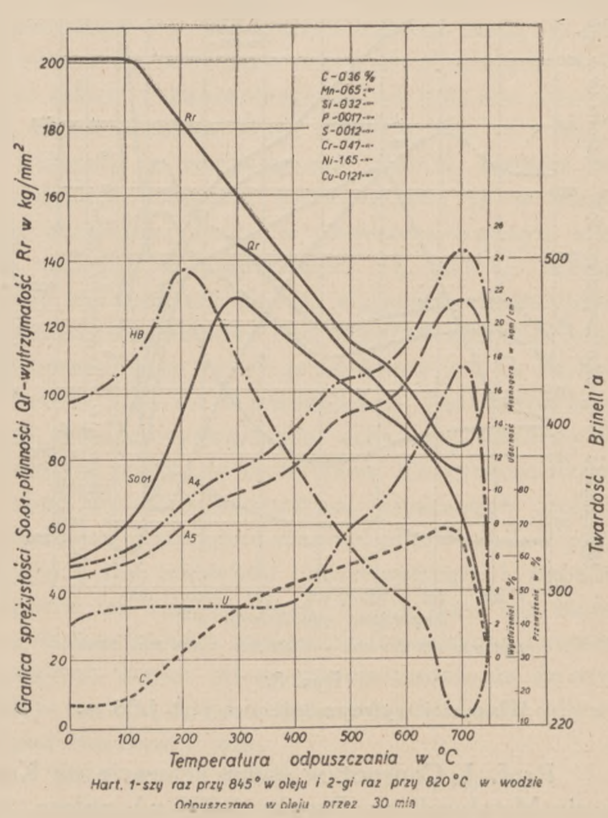
Rys. 4.

Na rys. 5—8 przedstawiono zmianę własności wytrzymałościowych w zależności od zastosowanej obróbki cieplnej dla czterech stali chromowo-niklowych (KB4, LA5, LB5 i LD5m), używanych najczęściej do budowy konstrukcji lotniczych, zaś na rys. 9 — stali chromowo-molibdenowej (CM5), wszystkie w stanie termicznie ulepszonym.

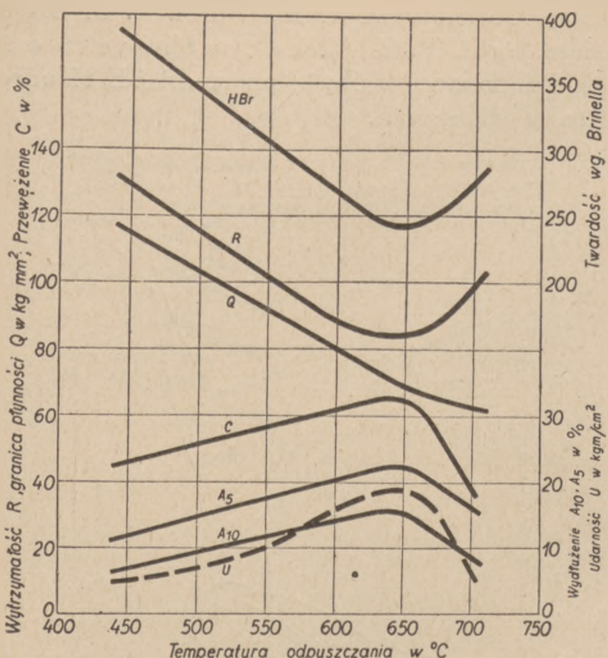
Stale chromowo-molibdenowe były szczegółowo badane w Ameryce przez A. B. Kinzela i jego współpracowników w latach 1928—1930, następnie przez J. Cournota we Francji i prof. K. P. Grigorowicza, prof. P. B. Michajłowa-Michejewa oraz S. G. Bohdanowa w Rosji, jak również E. Houdremonta w Niemczech.



Rys. 5.
Własności mechaniczne KB3 m.

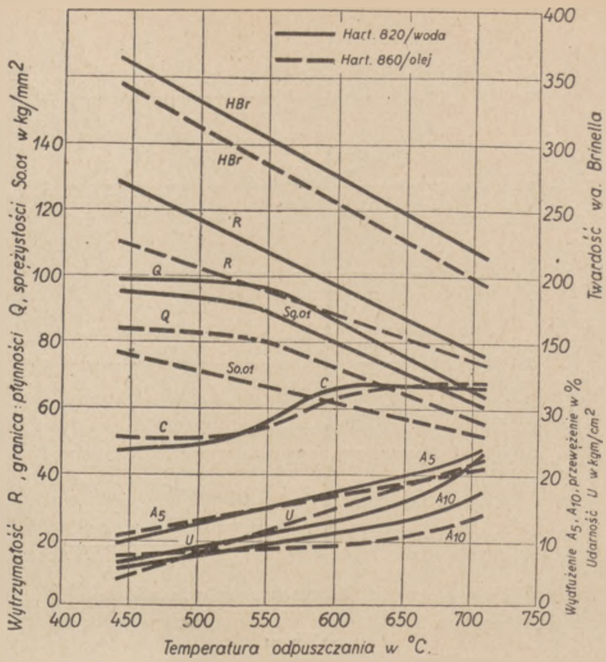


Rys. 6.
Własności wytrzymałościowe stali LA5.



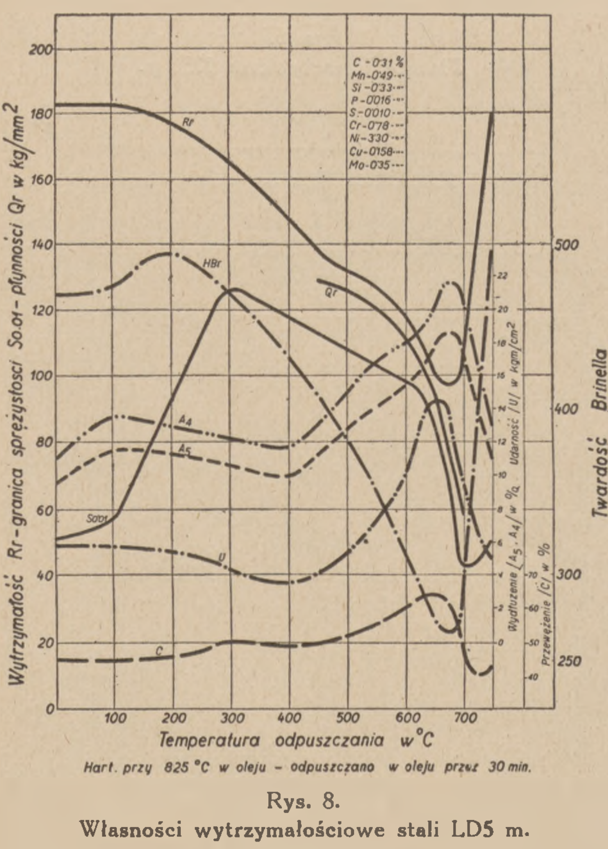
Skład chemiczny C=0,37, Mn=0,56; Si=0,29, Cr=0,62; Ni=2,59 %
Próby hartowano od temperatury 830 °C w oleju
Czas wytrzymania prób w temp. hartowania 0,5 godz
Czas odpuszczania 1 godz Próby po odpuszczeniu chłodzono w oleju
Wymiary prób do pomiaru udarności 10×10×55 mm z 2 mm karbem

Rys. 7.
Własności wytrzymałościowe stali LB5.



Skład chemiczny C=0,31, Mn=0,70, Si=0,30, P=0,015, S=0,010, Cr=1,03; Ni=0,17; Mo=0,24, Cu=0,127 %
Własności wytrzymałościowe stali w stanie wyżarzonym Q=42,4, R=61,9, HBr=149,0 kg/mm²; A_{10}=19,9, A_5=26,3, C=57,8 %, U=16,0 kgm

Rys. 9.
Własności wytrzymałościowe stali CM5.



Hart. przy 825 °C w oleju – odpuszczano w oleju przez 30 min.

Rys. 8.
Własności wytrzymałościowe stali LD5 m.

Prof. J. Cournot w swym referacie na Kongresie Metalurgii w Paryżu (1935 r.) poleca zamiast stali chromowo-niklowych stosować stale manganowo-chromowo-molibdenowe i krzemowo-chromowo-molibdenowe; E. C. Bain idzie dalej i twierdzi [1]) ...„w Europie, wbrew względom gospodarczym stosuje się do wielu części konstrukcji samochodowych i lotniczych wysokowartościowe stale stopowe; w Ameryce natomiast korzysta się w takich wypadkach ze stali węglowych względnie średnio-manganowych, drobnoziarnistych"; — od siebie dodamy — odpowiednio termicznie obrobionych!... Między zawartością węgla i manganu, a wielkością ziarn jest ścisła zależność i każda zmiana w składzie chemicznym, mimo zmiennych wpływów czynników natury metalurgicznej, wpływa na zmienność wyników końcowych przy stałych warunkach końcowej obróbki cieplnej.

Na tym miejscu chcemy zwrócić uwagę na niewykorzystany zakres stali zastępczych w stosunku do stali chromowo-niklowych, na stale konstrukcyjne manganowe z 1,4% Mn, które według oświadczeń E. Houdremonta i H. Kallena [2]) wykazują w stanie termicznie ulepszonym 80—100 kg/mm² R, 60—80 kg/mm² Q przy 16—22% A i 50—60% C. Jest to tania stal konstrukcyjna, lecz nieco czuła na zmianę warunków hartowania. Dodatek wanadu w wysokości 0,1%, w znacznym stopniu znieczula powyższe tworzywo na przegrzanie.

---

[1]) Stahl u. Eizen 1937 r., Nr 20, str. 729/32.

[2]) Technische Mitteilungen Krupp, grudzień 1934.

Bardzo dobre są stale typu „Cromansil", zawierające 0,3—0,4% C, 0,8—1,1% Mn, 1,0—1,3% Si i 0,8—1,1% Cr [1]). Rosjanie stosują następujący skład „Cromansilu"; 0,3% C, 0,8% Mn, 1,1% Si i 1,0% Cr.

Stale „Cromansil" są z powodzeniem stosowane do wyrobu rur osiowych i półosi.

Na zawory wylotowe silników lotniczych stosuje się stal zastępczą: 12% Cr, 6% Mo, lub 12% Cr, 0,8% Mo i 3,0% Co, względnie Silchromy typu 3% Si i 8% Cr; na zawory wylotowe: 0,3% C, 15—16% Cr, 9—10% Mn, 1,0—1,5% Si i 1,9—2,2% W, zaś na sprężyny zaworowe: 0,4% C, 1,5% Si i 1,5% Cr [2]).

Odporność przeciwko obciążeniom zmiennym stali krzemowych, manganowych, chromowych w zależności od ich rzeczywistej wytrzymałości może być taka sama jak dla stali niklowych i chromowo-niklowych. Rzecz zrozumiała, że dobra wola i chęć będą stanowić wielką pomoc przy wprowadzeniu w życie stali zastępczych.

W końcu należy jeszcze raz zwrócić baczną uwagę konstruktorom, że wygląd powierzchni poszczególnych części konstrukcji często decyduje o ich odporności przeciwko dynamicznym i zmiennym obciążeniom. Prof. E. Mailender twierdzi, że stosowanie stali stopowych o wytrzymałości powyżej 90 kg/mm² będzie tylko wtedy miało sens, o ile powierzchnia odpowiednich części konstrukcji będzie dobrze odpolerowana.

Kończąc, uważam za swój miły obowiązek wspomnieć, że przy układaniu niniejszego artykułu byli mi pomocni pp. inż.: K. Mogilnicki, A. Kaliński i St. Kuliński. Wykresy Nr 6 i 7 zapożyczono z pracy p. inż. W. Mazura.

[1]) Trans. Am. Soc. Steel Treat. 18. 1930, str. 55/69.
[2]) Kaczestwiennaja Stal 1936 r., str. 54/60.

Inż. KAZIMIERZ WISZNIOWSKI
Lublin

O zabezpieczeniach metali przed korozją za pomocą powłok

Zagadnienie zabezpieczenia przed korozją obejmujące wszystkie dziedziny przemysłu nie jest chyba nigdzie sprawą tak piewszorzędnej wagi jak w lotnictwie. Dzięki specjalnie wyszkolonemu aparatowi technicznemu jakość i dobór surowców są zawsze najlepsze. Materiał służący do budowy płatowców musi odpowiadać pewnym warunkom, które dla przemysłu lotniczego są bardzo zaostrzone. Dalszym etapem jest stosowanie dla ochrony wszystkich części płatowca tych środków (głównie chemicznych), które wielokrotnie badane z punktu widzenia naukowego i praktycznego zdały swój egzamin jak najlepiej i przez to są stosowane.

W niniejszym artykule chcę w krótkości omówić sposoby zabezpieczenia części metalowych, a więc stali, aluminium i jego stopów oraz stopów magnezu przed korozją.

Ochrona żelaza stanowi problem o powszechnym znaczeniu, ze względu na stosowanie go we wszystkich dziedzinach techniki. Jakkolwiek przemysł lotniczy używa mało stali i to głównie w postaci rur i drobnych części, mimo tego zabezpieczenie przed rdzewieniem odgrywa i tu poważną rolę. Znamy bardzo wiele metod ochrony powierzchni stali przed korozją jak: malowanie farbami i lakierami, galwaniczne pokrycie, brunirowanie, parkeryzowanie itd. Ten ostatni sposób zdołał przedostać się do przemysłu na szerszą skalę.

Przy sposobności nadmienić wypada o czernieniu żelaza. Metody te stosowane są dla drobnych przedmiotów jak zegarki, lufy, rewolwery, papierośnice itp. Wszystkie zabiegi mają na celu wytworzenie ochronnej warstwy przeważnie tlenków żelaza i zabezpieczenie od połysku. Stosuje się często stopione sole: $NaNO_3$, NaOH i MnO_2, w których w temperaturze 500° C zanurza się przedmioty. Również wprowadzone są w handlu sole alkaliczne, które w roztworze wodnym czernią stal już w temperaturze ok. 120° C. Niemcy chcąc uniezależnić się ze względów licencyjnych i samowystarczalności od Stanów Zjednoczonych wprowadziły na rynek przez koncern I. G. Farbenindustrie płyn zw. Atramentolem. Zasada parkeryzacji, a więc wytworzenia ochronnej warstwy fosforanów została tu zachowana. Otrzymana czarna drobno-krystaliczna warstwa mieszanych fosforanów żelaza i manganu stanowi powłokę silnie przylegającą do materiału macierzystego i zupełnie odporną na wilgoć i gazy. Prócz tego nie zachodzą żadne zmiany własności fizycznych atramentowanych części. Atramentacja nadaje się do artykułów masowych jak nity, śruby, podkładki, odlewy, części tłoczone i inne.

Cały proces składa się z 3 operacyj:

1. Przygotowanie powierzchni do atramentacji,
2. właściwe atramentowanie,
3. wykończenie ostateczne.

Powierzchnia przeznaczona do atramentacji musi być metaliczna, czysta. Zanieczyszczenia mechaniczne, rdzę i tłuszcz należy przedtem usunąć. Od czystości powierzchni zależy przyczepność i jednolitość utworzonej następnie warstwy fosforanów.

Proces atramentacji odbywa się w zamkniętych skrzyniach z żelaza kutego, wyłożonych wewnątrz na ścianie bocznej wężownicą dla ogrzewania parowego. Można też umieścić wewnątrz kąpieli grzejniki gazowe lub elektryczne. Kąpiel utrzymuje się w stanie wrzenia, a więc w temperaturze 98—100° C. Straty kąpieli wynikłe przez parowanie uzupełnia się gorącą wodą. Stężenie kąpieli wynosi 2,5% w stosunku objętościowym do Atramentolu tzn. z 1 litra Atramentolu otrzymuje się 40 litrów kąpieli. Do wrzącej kąpieli zanurza się przedmioty żelazne. Najlepiej jest umieścić drobne części w koszach lub bębnach dziurkowanych, obracających się z szybkością 1—2 obr./minutę. W pierwszym momencie zanurzenia wydziela się z kąpieli obficie wodór, któremu należy zapewnić odprowadzenie na zewnątrz. Bańki gazu zatrzymujące się na powierzchni żelaza izolują od kąpieli doprowadzając do złych wyników atramentowania. W miarę postępu gotowania wydzielanie wodoru słabnie, a w końcu ustaje zupełnie, co dowodzi, że proces jest ukończony. Cała ta operacja trwa 1—1½ godziny.

Dalsze wykończenie powierzchni ma na celu nadanie jej odpowiedniego wyglądu i dostosowanie do przeznaczenia. I. G. Farbenindustrie podaje kilka sposobów. I tak pokrywa się wodnym roztworem „Atramentschwarz W“ (prawdopodobnie Nigrozyna), a po wyschnięciu wciera się mieszaninę oleju z parafiną. Ponieważ otrzymana warstwa fosforanów stanowi dobry podkład dla lakierów, można więc pokryć ją dowolnym lakierem emaliowym, a wówczas jest zbyteczne czernienie przez powlekanie olejem. Wydajność procesu jest następująca: dla pokrycia 1 m^2 powierzchni żelaza potrzeba 175—250 gramów Atramentolu.

Z procesów galwanicznych, stosowanych dla ochrony stali przed korozją wymienić należy kadmowanie. Jest wiele zalet, które wysuwają kadm na czoło przed innymi metalami. I tak przede wszystkim duża odporność na wilgoć atmosfery i wodę morską, wyższa znacznie niż u cynku a dalej zdolność kadmowania żelaza i stopów aluminiowych bezpośrednio, (jedynie dla czystego aluminium zaleca się uprzednie miedziowanie). Wydzielanie kadmu z roztworu jest bardzo łatwe i szybkie (prawie dwa razy szybsze od niklu i cynku) i dlatego w krótkim czasie można nałożyć grubą warstwę. Przy kadmowaniu żelaza tworzy się na granicy zetknięcia obu metali związek żelaza z kadmem, silnie przywierający zarówno do powierzchni macierzystej jak i do nałożonej warstwy. Efektem tego jest fakt, że powłoki kadmowe nigdy nie odpryskują i nie łuszczą się. Stosowanie kadmu dla drobnych wyrobów np. śrub ma tę jeszcze zaletę, że miękka powierzchnia gwintów kadmowanych daje się łatwo wpasować, a przy tym jest uodporniona na wpływy zewnętrzne. Różnica potencjałów powstająca w lokalnym ogniwie żelazo-kadm jest bardzo mała, a prócz tego w tym zespole jest kadm zawsze katodą. Kadmowane powierzchnie mają wygląd srebrzysto-biały, który łatwo tracą i matowieją na powietrzu.

Badania Francuzów Figour i Jaquet (C. R. hebd. Séances Akad. Sci. 194, 1932) nad żelazem cynkowanym i kadmowanym w roztworze soli kuchennej przy 40° C wykazały przewagę pokryć kadmowych. Również lepszą odporność ochrony kadmowej wykazały badania Włocha Pietrafesa, który stosował mgłę zawierającą sól kuchenną. W końcu dla porównania odporności kadmu i cynku badano próbki w następujący sposób:

1) przez całkowite zanurzenie w wodzie morskiej,

2) przez częściowe zanurzenie w wodzie morskiej.

3) przez umieszczenie w atmosferze wilgotnej, zawierającej tlen i CO_2.

Wszystkie powyższe próby wykazały większą odporność powłoki kadmowej, niż cynkowej.

Z powodu swej dużej odporności na mgłę z soli jest ochrona kadmowa stosowana w lotnictwie (samolot Lindberga dla przelotu transoceanicznego miał części metalowe kadmowane). Dla zobrazowania powyższego podaję w tabeli 1 zestawienie zawierające wyniki prac wielu badaczy.

Ciekawe jednak wyniki dają pokrycia kadmowane, narażone na działanie dymu fabrycznego. Przeprowadzone przez Amer. Bureau of Standard próby wykazały, że kadm wytrzymuje tylko 65—75% czasu w porównaniu z cynkiem. W fabrycznej dzielnicy Nowego Yorku okazało się, że pokrycia cynkowe są mniej atakowane niż kadmowe. Wytłumaczenie tego zjawiska stara się przeprowadzić Patterson (Chem. Age 23 Hr 579) twierdząc, że z cynku tworzą się sole trwałe, podczas gdy produkty korozji kadmu są dość łatwo przez deszcz wymywane. Można więc powiedzieć, że dla ochrony żelaza w czystych przestrzeniach zamkniętych i w wodzie morskiej lepszy jest kadm, podczas gdy pokrycie cynkiem jest bardziej odpowiednie w atmosferze miasta.

Kąpiele stosowane do kadmowania mogą być kwaśne lub alkaliczne. Dziś są w użyciu przeważnie alkaliczne, gdyż dają równomierne osady

Tabela 1.

Grubość warstwy kadmu w mikronach	Wnioski
2,5	trwałość na korozję w roztworze NaCl 4—5 miesięcy
4	polecana najmniejsza grubość
5[1])	odporna na deszcz
5[2])	trwałość na korozję w roztworze NaCl 4—5 miesięcy
6—12	praktycznie wystarczająca dla wszelkich celów
7,5	wartość krytyczna, osiągnięta w roztworze NaCl
10	odporna na niekorzystne warunki
12,5	wynik pozytywny — w atmosferze wilgotnej.
Grubość warstwy cynku w mikronach	**Wnioski**
15	wartość krytyczna osiągnięta w roztworze NaCl
17,5	wystarczająca prawie dla wszystkich celów
35	odporna nawet na silnie korodujące czynniki
41	odpowiednia dla rur wodociągowych.

o srebrzystym wyglądzie. Wpływ dodatków do kąpieli kadmującej jest różnorodny. I tak dodatek $NiSO_4$ w ilości 1—1,5 g/l nie tylko polepsza połysk, ale równocześnie uodpornia powierzchnię (jak to wykazał Frölich Metallbörse 23, 1933). Trwałość na korozję uzyskuje się przez dodatek do kąpieli koloidów jak żelatyna, dekstryna, peptony i inne. Niemcy stosują kąpiele kwaśne, zawierające kwasy H_2SiF_6, $HClO_4$ i sulfofenole. Świeże kąpiele dają niekiedy pokrycie porowate, wówczas dodać należy trochę zużytego już elektrolitu, aby temu zapobiec.

Wspomnieć należy tu jeszcze o pokryciu galwanicznym za pomocą stopu Zn-Cd, który posiada optymalne własności między tymi dwoma metalami. Według Montelucci'ego (Aciers spéc. Met.: Alliages 9, 1934) eutektyczny stop zawierający 83% Cd, o punkcie topliwości 266° C, nadaje się dobrze do powyższego celu i jest przez włoskie lotnictwo stosowany dla pokrycia drutów stalowych do lin lotniczych. Taki stop posiada większą twardość pochodzącą od cynku, a kadm nanadaje mu odporność na wilgoć. Stout i Faust (Metal Ind. New. York 28, 1930) podają, że wydzielony z kąpieli cyjanowo-alkalicznej stop o zawartości cynku do 20% jest odporniejszy niż czysty kadm, a stop zawierający 40% cynku ma identyczną odporność jak kadm. Tak samo pokrycia cynkiem zawierające 4,5 — 5,5% kadmu są bardziej odporne niż czysty cynk.

Metalizowanie przy pomocy natrysku wynalezione zostało przez szwajcarskiego inż. Schoppa. Polega ono na tym, że roztopiony metal w formie pyłu zostaje natryskany na przedmiot metalizowany. Sam mechanizm pokrycia przedstawia się w ten sposób, że roztopiona kropla metalu w zetknięciu z powietrzem (po opuszczeniu aparatu natryskowego) pokrywa się warstwą tlenku, która chroni ją od krzepnięcia. Uderzając z dużą siłą żywą o powierzchnię kulka pęka i rozrywa otaczający ją pierścień tlenku. Ponieważ powierzchnia przedmiotów jest piaskowana, więc stopiony metal dostaje się w zagłębienia i w nich krzepnie. Następna cząstka metalu uderzając o nałożoną już poprzednio warstwę przebija nietrwałą jej powierzchnię tlenku i krzepnie na czystym metalu. W ten sposób warstwa tlenku zostaje odsunięta ku tyłowi czyli znajduje się na zewnątrz pokrycia. Jednak między cząstkami istnieją miejsca puste na co wskazuje fakt, że ciężar właściwy powłoki jest o 10% mniejszy, aniżeli materiału użytego do metalizowania.

Tabela 2.

Natrysk	Ołów	Cyna	Cynk	Miedź	Mosiądz	Aluminium
Gęstość metalu	11,35	7,29	7,15	8,90	8,3	2,71
„ powłoki	10,31	6,44	6,36	8,05	7,32	2,23

Przez zeszlifowanie zewnętrznej warstwy matowej otrzymuje się błyszczącą powierzchnię, co dowodzi, że tylko zewnątrz jest warstwa tlenku.

Utlenianie metalu podczas przejścia przez powietrze jest minimalne jak to wykazała analiza chemiczna. Jak więc widać skład chemiczny jest bez zmiany, natomiast zmienia się wewnętrzna struktura metalu. Na skutek szybkiego krzepnięcia metal hartuje się silnie, tak że powłoka jest twardsza od drutu.

Sam proces rozpoczyna się od oczyszczania powierzchni przez piaskowanie. Metal osadzony na gładkiej powierzchni wykazuje tak słabą przyczepność, że piaskowanie jest konieczne. Metal do natrysku wprowadza się w formie drutu do tzw. pistoletu, który posiada doprowadzenie gazu i powietrza sprężonego dla topienia metalu i dla wytworzenia ciśnienia.

W lotnictwie stosujemy najczęściej pokrywanie cynkiem części żelaznych. Aluminium i stopy można ochronić przed działaniem wody morskiej przez natryskiwanie stopem o zawartości 83% kadmu i 17% cynku.

Aluminium i jego stopy głównie z miedzią mają szerokie zastosowanie w przemyśle lotniczym, a to z powodu swej lekkości. Są one jednak wrażliwe na niszczące działanie czynników zewnętrznych, tym bardziej że aluminium posiada charakter amfoteryczny. Zarówno więc kwasy jak i zasady niszczą metal dość szybko. Przeważnie wchodzi

[1]) Fröhlih: Metallbörse 23 (1933).
[2]) Ungen. Metallwar.-Ind. Galvano-Techn. 29 (1929).

w rachubę działanie kwaśne, bo z zasadowym prawie nie spotykamy się w normalnych warunkach pracy samolotu.

Aluminium przechowywane w normalnej temperaturze pokrywa się warstwą tlenku, która w formie białego nalotu osadza się na powierzchni. W powietrzu wilgotnym oksydacja następuje szybciej. Warstwa ta mogłaby stanowić ochronę przed dalszym utlenianiem, wykazuje ona jednak słabą przyczepność do reszty metalu, jest więc mechanicznie mało odporna. Po usunięciu takiego nalotu następuje dalsza oksydacja odsłoniętej powierzchni. Prócz tego aluminium na skutek małej twardości daje się łatwo zarysować, co znów sprzyja procesowi niszczenia.

Obok czystego metalu używany jest w większości wypadków stop z miedzią. Stopy te znane powszechnie jako duraluminium lub poprostu dural wyrabiane są w kraju (Walcownie Metali w Dziedzicach) pod nazwą Alupolonu, o składzie 4% miedzi oraz zawierających zanieczyszczenia (pochodzą od aluminium) jak krzem, żelazo i mangan w ilości ok. 0,5%. Stosowanie duralu podyktowane jest względami mechanicznymi. Na rynku mamy 3 gatunki aluminium: miękki, pół-twardy i twardy. Wpływają na to odmienne warunki obróbki termicznej i zgniotu (np. silniejsze lub słabsze przeciąganie). W lotnictwie stosujemy gatunek półtwardy, który ma R_r ok. 8—12 kg/mm², podczas gdy Alupolon wytrzymuje 40—45 kg/mm². Oczywiście, że wydłużenie (A_{10}) jest w obu wypadkach różne. Aluminium posiada A_{10} w kierunku poprzecznym 42%, a wzdłuż 10—12%, zaś Alupolon 20—23%. Jednak Alupolon ulega szybciej korozji objawiającej się w formie ciemnych plam, prawdopodobnie tlenowych związków miedzi oraz jasnej powłoki tlenku aluminium.

Na skutek zastosowania do ważnych i odpowiedzialnych części samolotu muszą być aluminium i jego stopy należycie chronione. Literatura patentowa i specjalna omawia szereg zabiegów, które mają powierzchnię uczynić odporną na korozję. Stosuje się przy tych zabiegach zarówno kwasy jak i zasady oraz rozmaite sole głównie nieorganiczne. Ze związków organicznych można wziąć jedynie pod uwagę lakiery. Podaję krótki przegląd literatury patentowej.

1. Patent francuski 793 899 i angielski 443 002: aluminium traktuje się amoniakiem gazowym w zamkniętych naczyniach przez 1 dzień. Następnie przez 1 dzień moczy w roztworze amoniaku stężonego i w ten sposób otrzymuje się warstwę ochronną.

2. Patent angielski 447 420: anodowa oksydacja odbywa się w roztworze kwasu octowego z małym dodatkiem kwasu fosforowego i siarkowego. Skład kąpieli: 10—12% CH_3COOH, 2—2,5% H_3PO_4, 2,5 — 3% H_2SO_4. 30 g tej kąpieli bierze się na 4 l wody. Sposób ten nadaje się szczególnie do odlewów aluminiowych.

3. Patent angielski 447 421: stosuje się do oksydacji anodowej elektrolit: 4 l wody, 280 H_2SO_4, 15 g kwasu galusowego i 15 g H_3PO_4. Gęstość prądu 8—12/Stopę², temperatura 78—95° C.

4. Patent amerykański: 2 018 694: przedmioty zanurza się w gorącej kąpieli zawierającej mieszaninę boraksu i kwasu borowego. Po wymyciu suszy się i jeszcze dodatkowo traktuje roztworem szkła wodnego.

5. Patent francuski 800 146: warstwę ochronną wytwarza się za pomocą węglanów alkalicznych i chromianów, a dla polepszenia roztworu dodaje się obojętnych soli np. Na_2HPO_4, NaCl, $NaNO_3$, węglanów metali szlachetniejszych od aluminium, które nie reagują ze składnikami roztworu $Cr_2(CO_3)_3$, $NiCO_3$, $CoCO_3$, $MnCO_3$, $TiCO_3$, w ilości 3—8%. Proces odbywa się w temperaturze 90—100° C. Skład kąpieli: 100 cz. wody + 9 cz. mieszaniny zawierającej 72,7% $NaCO_3$, 24,3% Na_2CrO_4 i 3% Na_2HPO_4, albo też na 100 cz. wody dać 78 cz. mieszaniny 69,4% Na_2CO_3, 23,6% Na_2CrO_4 i 7% $Cr_2(CO_3)_3$.

Dla regeneracji kąpieli dodać mieszaniny 35—65% Na_2CO_3, 57—30% Na_2CrO_4 i 3—8% poprzednio dodanego węglanu z dodatkiem lub bez alkalii obojętnych.

6. Patent szwajcarski 182 415 i francuski 800 119: utlenia się prądem stałym lub zmiennym w elektrolicie zawierającym sole Ti, np. sole tytanu podwójne. Ponadto dodaje się kwasów organicznych i nieorganicznych jak H_3PO_4, H_3BO_3, dwu i oksy-karbowych, polialkoholi. Twardość powierzchni otrzymuje się przez termiczną obróbkę. Skład kąpieli: 22 g $Ti(SO_4)_2$, K_2SO_4, 25 g kwasu cytrynowego, 13 g gliceryny, 2 g szczawianu jednopotasowego w 1 000 g wody. Napięcie 120 Volt. 6—8 A/dm² w temp. 45—46° C.

7. Patent francuski 802 032: elektrolitem jest woda o minimalnej zawartości koloidu jak Al_2O_3. Przez słabe zakwaszenie elektrolitu, przy napięciu 600—700 Volt otrzymuje się drobno krystaliczną warstwę ochronną tlenku.

8. Patent angielski 449 175: elektrolit zawiera kwasy z dodatkiem węglowodanów np. sacharozy lub laktozy. Kąpiel ma skład: 1 000 g HNO_3 (1,2) i 50—100 g glukozy.

Wszystkie wyżej podane metody nie znalazły szerszego zastosowania praktycznego. Operacje powyższe trwają dość długo, a prócz tego używany do nich materiał (kwasy) jest nieprzyjemny lub też niebezpieczny w użyciu (korozja

sąsiadujących urządzeń, pary szkodliwe dla zdrowia itp.).

Chodzi tu więc przede wszystkim o szybkie osiągnięcie pożądanego efektu i zmniejszenie do minimum szkodliwego działania roztworów. W przemyśle uzyskał sobie prawo obywatelstwa zabieg protalizacji stosowany dla aluminium i jego stopów. Sól sama zwana Protalem wyrabiana jest przez f-mę Ste Continentale Parker. Zasada działania jest następująca: alkaliczny roztwór soli metalicznej, jako związek tlenowy nie rozpuszcza się w wodzie. Przez zanurzenie aluminium wydziela się wodór na skutek alkalicznej reakcji, który redukuje tlenek wyżej wartościowy, osadzający się silnie na powierzchni aluminium w formie bardzo zwartej. Cały proces protalizacji rozpada się na 3 fazy:

1. Przygotowanie powierzchni metalu,
2. Chemiczna obróbka powierzchni,
3. Utrwalenie warstwy ochronnej.

Przygotowanie powierzchni metalu polega na usunięciu warstwy tlenków i tłuszczu, które się zawsze na niej znajdują. Tlenki usuwa się przez mechaniczne polerowanie, wyszczotkowanie, a głównie piaskowanie. Tłuszcz usuwa się rozpuszczalnikami organicznymi. Dla aluminium wolno stosować dekapowanie roztworami alkalicznymi, zaś dla stopów używa się 15% kwasu azotowego.

Chemiczna obróbka polega na zanurzeniu przedmiotów w roztworze wodnym Protosoli. Urządzenie składa się ze zbiornika żelaznego, zawierającego wewnątrz wężownicę, umieszczoną na ścianie bocznej, a nie na dnie, a to w celu uzyskania lepszej cyrkulacji płynu. Części drobne jak śruby, nity bolce itp. można zanurzyć w bębnie obracającym się z szybkością $^1/_2$—1 obrotu/min. Czas gotowania trwa około 15 minut w temperaturze 50—70° C. Następnie wyjmuje się przedmioty i płucze w bieżącej wodzie, możliwie ciepłej i suszy. Wykończenie polega na pokryciu protalizowanej powierzchni lakierem lub na natarciu olejem.

Ste Continentale Parker wyrabia też lakiery p. n. „Protolac" 15 i 18. Obecnie wprowadzono na rynek nową sól pod nazwą Protosoli G. Dla otrzymania kąpieli protalizującej rozpuszcza się 113 g Protosoli G w 1 litrze wody. Celem pokrycia 1 m² powierzchni metalu należy użyć 2 litrów roztworu czyli 226 g Protosoli G.

Stosowanie stopów magnezowych dla lotnictwa ma pierwszorzędne znaczenie przede wszystkim ze względu na ich niski ciężar właściwy (1,73—1,83). Przewyższają one pod tym względem stopy aluminiowe, a prócz tego wykazują dużą wytrzymałość na alkalia. Z drugiej strony ustępują aluminium jeśli chodzi o odporność na wodę.

Stopy magnezowe wprowadzone zostały do przemysłu między innymi przez Koncern I. G. Farbenindustrie pod nazwą Elektronu. Metal ten dostarczany jest w formie prętów, rur, blach, części kutych i odlewów. Ta różnorodność formy Elektronu wpływa na jego szerokie zastosowanie w przemyśle. I tak w automobiliźmie wyrabia się z niego kartery, skrzynki przekładniowe, koła itd. Elektrotechnika stosuje go dla części niemagnetycznych, ram motorów i części maszyn, przemysł chemiczny może stosować na zbiorniki dla stężonych alkalii i kwasu fluorowodorowego, wreszcie lotnictwo posługuje się nim w tych wszystkich wypadkach, gdzie własności Elektronu czynią zadość stawianym wymaganiom, a więc do wyrobu kół, śmigieł, zbioników, siedzeń, przyrządów itp

Tabela 3.
Wyniki protalizacji dla aluminium i Lantalu (4% Cu, 2% Si):

Materiał	Stan początkowy kg/mm	po 300 godz. próbie na korozję kg/mm	zmiany w stosunku do stanu wyjściowego %	Stan początkowy kg/mm	po 300 godz. próbie na korozję kg/mm	zmiany w stosunku do stanu przejść. %
Aluminium						
1. walcowany	16,1	16,3	0	6,5	6,0	7,7
2. protalizowany + Protalac 15	15,6	15,3	1,9	6,3	5,8	7,9
3. „ + Protalac 18	16,5	16,3	1,2	4,7	5,5	3,5
Lantal						
1. walcowany	40,1	11,4	71,6	16,0	2,0	87,5
2. protalizowany + Protalac 15	37,7	38,0	0	13,3	12,2	8,3
3. protalizowany + Protalac 18	40,1	37,2	7,2	15,7	8,2	47,8

Stopy magnezowe są jeszcze mniej odporne na szkodliwe działanie atmosfery, aniżeli aluminiowe. Powierzchnia Elektronu pokrywa się na powietrzu szarą warstwą tlenku, który chroni przed dalszym utlenieniem. Na bezpośrednie działanie wody jest Elektron bardzo wrażliwy i szybko ulega korozji. Wszelkie dotychchzasowe próby pokrycia powierzchni magnezu i jego stopów na drodze galwanicznej nie dały zadawalających rezultatów. Stosuje się przeto kąpiele bajcujące z rozmaitych soli. Prócz tego pokrywa się odpowiednim lakierem, zwykle wodoodpornym.

Konserwację Elektronu (gdy jest magazynowany) przeprowadza się przez natłuszczenie powierzchni lub też przez odpowiednie bajcowanie. Szczególnie ten ostatni sposób jest zwykle stosowany i to w wypadku, gdy później nastąpić ma malowanie. Bajcowanie powierzchni czyni ją szorstką, co przyczynia się do silnej przyczepności i łatwego przyjęcia lakieru ochronnego. Sam proces przeprowadza się przez 1—2 godz. gotowanie w 5% roztworze $Na_2Cr_2O_7$ lub $K_2Cr_2O_7$ i następne wymycie w gorącej wodzie. Przed bajcowaniem należy powierzchnie dokładnie z tłuszczu uwolnić. Często stosuje się dodatek kwasu azotowego do kąpieli chromowej, co znacznie uodpornia Elektron na wilgoć i tlen, a prócz tego tworzy grunt dobrze przyczepny do lakieru.

Należy również zwrócić uwagę, że styk Elektronu z innymi metalami jak miedź, mosiądz, żelazo, duraluminium tworzy ogniwo krótko spięte, w którym Elektron jest zawsze katodą.

Poniżej podano kilka kąpieli bajcujących:

1. $HNO_3 + K_2Cr_2O_7$
2. $H_3PO_4 + KMnO_4$
3. $H_3BO_3 + KMnO_4$
4. NaF
5. $HNO_3 + KMnO_4$
6. $H_3PO_4 + K_2Cr_2O_7$

Próbowano stosować związki As, Se, P i Mo, które też dały dobre rezultaty. Kąpiele ze stopionych soli są też używane, ale ze względu na trudniejszą manipulację muszą ustąpić miejsca roztworom wodnym. Kąpiele wodne alkaliczne nie są stosowane, bo dają w wyniku warstwę ochronną dość porowatą. Francuzi stosują dla ochrony magnezu i jego stopów kąpiele metalo-organiczne.

W końcu lakierowanie przeprowadza się za pomocą lakierów piecowych (wypalanych w temperaturze 120—180° C) asfaltowych, oleo-żywicznych i nitrocelulozowych. Z pigmentów nadają się najlepiej: biel cynkowa i tytanowa oraz czerwień żelazowa i brąz aluminiowy.

Inż. JAN LANG
Lublin

Lotnicze masy plastyczne

Masy plastyczne są bez wątpienia tworzywem przyszłości; rozpowszechnienie ich dziś w przemyśle galanteryjnym jest tak znaczne, że bezsprzecznie wszyscy już się z tymi produktami zetknęli, przyzwyczaili do nich, i co najważniejsze uznali ich zalety. Także i do lotnictwa przenikają one coraz to więcej — wprawdzie dziś jeszcze nie jako zasadniczy materiał konstrukcyjny — choć podobno były próby wykonania pewnych odpowiedzialnych części płatowca z mas plastycznych, (żeberka, śmigła) — ale bądź co bądź zdobyły sobie prawo obywatelstwa w lotnictwie jako niezastąpiony materiał pomocniczy.

Mas plastycznych również i w lotnictwie używa się coraz więcej; wraz ze wzrostem szybkości samolotów następuje coraz to większe obudowanie płatowca materiałem przejrzystym — gdzie ze względów bezpieczeństwa wyklucza się dziś zupełnie szkło — nawet uszlachetnione jak np. Triplex, Sécurit itp. — a stosuje się szyby z plastycznych mas przejrzystych. Z drugiej strony poszukiwanie coraz to lżejszych materiałów konstrukcyjnych powoduje coraz to częstsze stosowanie na płatowcu części wykonanych z mas plastycznych (np. rolki z Durtexu, Turbaxu, Gumitexu itp.). Także kwestia tak ważna jak przewody paliwa i smaru znalazła liczne rozwiązania w Thiokolu, syntetycznych kauczukach i podobnych produktach. Nie do pomyślenia byłyby instalacje elektryczne bez pomocy tak świetnych izolatorów jak masy plastyczne i materiały nimi impregnowane, specjalnie typu bakelitu (kondensaty fenolowo-formaldehydowe) i coraz to rzadziej ebonitu.

Chemicznie masy plastyczne i te które ze względów techniki lotniczej można do nich zaliczyć — są to synteczne produkty organiczne. Należą one do pięciu grup związków chemicznych a to:

pochodnych estrów celulozy,

produktów polimeryzacji estrów winylowych i kwasu akrylowego,

kondensatów formaldehydo-fenolowych,

namiastek kauczuku syntetycznego oraz

polimerów i produktów utlenienia olejów schnących.

Wyliczone tutaj grupy odpowiadają materiałom używanym dotychczas przez polskie lotnictwo. Zapewne materiały te są szerzej stosowane w lotnictwie np. niemieckim, gdzie przemysł chemiczny wytwarza o wiele więcej jakościowo i ilościowo materiałów syntetycznych — choćby dość mało u nas znany typ materiałów plastycznych jak Igelit, Oppanol, Polystyrol i Luvican, wyrobu I. G. Farbenindustrie — stosowanych nawet do instalacyj wodociągowych w formie rur.

Podział chemiczny „mas plastycznych“ pokrywa się z ich zastosowaniem w lotnictwie. Ilościowo najwięcej zużywa się mas plastycznych do „szklenia“ kabin płatowców i do konstrukcyj wiatrochronów.

Materiał stosowany do tych celów musi odpowiadać pewnym wymaganiom — a więc:

musi być przeźroczysty, bezbarwny, przepuszczać możliwie wszystkie promienie widma słonecznego,

winien być odporny na światło ultrafioletowe i pod wpływem naświetlania nie zmieniać koloru (żółknieć) oraz nie kruszeć lub matowieć,

winien być plastyczny i dać się łatwo wyginać i wytłaczać na ciepło,

powinien dać się stosunkowo łatwo polerować,

twardość nie może być mniejsza od 6 kg/mm^2 (pożądane jest, aby odcisk kulki aparatu Brinella znikał maks. po 24 godzinach),

ciężar gatunkowy winien być możliwie mały (1,18—1,31),

winien być „niepalny“ czyli temperatura zapłonu winna leżeć wyżej 200^0 C,

musi być odporny na smary i mieszanki paliwowe lotnicze (benzyna-alkohol-benzol),

nie powinien nasiąkać wilgocią, a już maksimum 3,5$^0/_0$ atmosferze nasyconej parą wodną,

winien mieć wytrzymałość na zerwanie minimum: 5 kg/mm^2.

Chronologicznie pierwszymi materiałami na szyby lotnicze były masy oparte na estrach celulozy — a więc na nitro- i acetylocelulozie.

Problem użycia mas opartych na nitrocelulozie, a właściwie mówiąc użycia celuloidu, gdyż taka nazwa techniczna utarła się dla tych mas — został już dawno przesądzony. Celuloid ma dwie niewybaczalne wady dla lotnictwa: jest palny i pod wpływem insolacji matowieje, żółknieje i kruszeje.

Jest wprawdzie wiele patentów zdążających do uniepalnienia nitrocelulozy w sensie otrzymania niepalnego celuloidu, że wymienię tu tylko patenty francuskie Nr Nr 421 854, 420 212 i angielski Nr 2359, polecające dodatki $MgCl_2$, $SnCl_4$ i CCl_4 do celuloidu lub patent angielski 149 764 polecający dodatki chlorowanych kwasów tłuszczowych lub estrów kwasu krzemowego. Również stosowanie uniepalniających chlorowanych estrów kwasu fosforowego i podobnych związków jest przedmiotem ciągłych badań, nie mniej jednak problem ten nie wyszedł jeszcze z pracowni technicznych na arenę życia praktycznego.

Dlatego też wszystkie niepalne masy plastyczne na szyby są oparte na acetylocelulozie. Cały szereg fabryk wyrabia je pod różnymi nazwami rynkowymi, jak Rhodoïd, Bexoid, Cellon, Acceloid, Acetex, Xetal itp., które zasadniczo swymi własnościami nie różnią się od siebie.

Podstawowym produktem do wyrobu tych mas jest acetyloceluloza. Używa się tutaj sorty rozpuszczalnej w acetonie, czyli estru zawierającego 50—55$^0/_0$ CH_3COOH, odpowiadającego stechiometrycznie wzorowi $C_{12}H_{15}O_5(OCOCH_3)_5$. Użycie acetylocelulozy o wyższej zawartości kwasu octowego będzie zawsze korzystniejsze, (więc raczej należy wybierać gatunki zbliżone do 55$^0/_0$-wych) gdyż nasiąkanie wodą (wilgocią z powietrza) jest odwrotnie proporcjonalne do zawartości kwasu octowego jak to wskazuje załączona tabela.

$^0/_0$ CH_3COOH w acetylocelulozie	$^0/_0$ chłonności wody
60,9	1,2
59,6	2,8
59,5	3,1
58,8	5,2
57,2	8,5
56,5	8,6
56,0	11,4
54,5	12,2
52,8	15,1
52,6	15,5
51,4	15,9
49,7	18,4
42,4	25,4
0 (np. polski Tomofan z wiskozy):	55,0

Wyniki te są otrzymane dla błonki o grubości 0,1mm. Naturalnie dla gotowej masy, uformowanej w grubą stosunkowo płytę, będą zupełnie inne, gdyż w skład gotowej masy wchodzi nie tylko acetyloceluloza, ale i zmiękczacze, które zazwyczaj nie są hygroskopijne. W każdym razie tabela ta daje pewien pogląd na chłonność wody przez acetylocelulozę.

Jedna z fabryk niemieckich, starając się polepszyć własności chłonne tych mas, stosuje jako podstawę masy maślan acetylocelulozy, który rzeczywiście ma o wiele mniejszą skłonność do na-

siąkania wodą. Jednak zasadniczych cech „celuloidu acetylocelulozowego" przez to się nie zmienia.

Wyrób tych mas odbywa się podobnie jak celuloidu i przechodzi przez następujące operacje: ugniatanie połączone z rozpuszczaniem, filtrację, walcowanie, prasowanie w bloki, cięcie, suszenie i wykończenie powierzchni tj. gładzenie i polerowanie.

Ugniatanie odbywa się w maszynach podobnych do maszyn używanych w przemyśle lakierniczym do wyrobu szpachlówek. Stosunek uplastyczniaczy do acetylocelulozy oraz ich jakość jest zwykle tajemnicą wytwórni. W każdym razie dobiera się zmiękczacze bardzo odporne na naświetlanie i bezbarwne. Często są stosowane: trójacetyna (ze względu na kolosolną odporność na światło) mleczan etylu, sulfoamidy, a to p-toluensulfamid, etylo- p, m i orto-toluensulfamidy, benzolometylosulfamid, benzoloetylosulfamid, ksylenometylensulfamid oraz pochodne mocznika wyrobu I. G. Farbenindustrie znane pod nazwą Mollitów. (Sulfamidy znane są na rynku pod nazwami: Abracol, Plastol, Santiciser itp.). Do masy tej dodaje się jeszcze rozpuszczalników jak aceton, etylometyloketon, octan metylowy, mrówczan etylowy, eter glikolowy, chlorhydryna etylidenu a od doboru tychże w dużej mierze zależą też późniejsze własności masy. Rozpuszczalniki te są zazwyczaj regenerowane w trakcie produkcji. Zawartość acetylocelulozy wynosi w masie końcowej 66—75%. Filtrowanie rozpuszczonej masy odbywa się pod ciśnieniem ok. 100 kg/cm² — zależnie od lepkości masy.

Mimo to, że materiał jest już zagęszczony w poprzednich operacjach, zagęszczenie to prowadzi się dalej, aż do uzyskania zawartości rozpuszczalnika w masie w ilości 10—20%. Tę operację przeprowadza się na walcach wewnątrz wydrążonych, które można ogrzewać lub chłodzić aż do uzyskania pożądanej koncentracji. Podczas walcowania jeden z cylindrów jest więcej grzany niż drugi, tak że masa pozostaje cały czas na jednym cylindrze. Operacja ta mimo swej pozornej łatwości jest w rzeczywistości trudna, wymaga dużego doświadczenia, gdyż od niej w przeważnej mierze zależą późniejsze własności masy.

Następnie, specjalnie jeśli idzie o wyrób szyb, dla uzyskania ich lepszych własności — tnie się rozwalcowaną masę na cienkie arkusze, układa jeden na drugim w prasie i poddaje smarowaniu. Otrzymuje się stąd płyty o grubości od 50—200 mm i z tych dopiero wycina pożądanej grubości szyby. Potem szyby te dosusza się, wygładza i poleruje.

Własności tak otrzymanego materiału na szyby są następujące: (przyjmuję dane dla francuskiego Rhodoïdu, produkowanego przez Societé des Usines Chimiques Rhône-Poulenc)

Ciężar gatunkowy	1,28—1,31
Współczynnik rozszerzalności ciep.	0,0001
Ciepło właściwe	0,34
Współczynnik przepuszczalności cieplnej	55×10^{-5} CGS
Współczynnik załamania światła .	1,49
Temperatura zapłonu	200° C
Chłonność wilgoci (24 godzin w atmosferze nasyconej, film 0,5 mm)	3,5%
Nasiąkliwość wodą (1 godzina moczenia płytki o grubości 1,5 mm w wodzie o temp. 20° C) . .	0,555%
Twardość wg Brinella	6—7° kg/mm²
Wytrzymałość na zerwanie . .	5—5,5 „

Materiały te oprócz zalet, jak praktyczna niepalność, stosunkowo duża odporność na wpływy zewnętrzne i chemiczne — mają też i wady: są mało odporne na wpływy naświetlania i z czasem żółknieją, specjalnie jeśli są zamontowane na płatowcach o wysokim pułapie oraz mają dość dużą nasiąkliwość wilgocią.

Niektóre firmy już z góry starają się zapobiec żółknięciu szyb — barwiąc je lekko na niebiesko (Rhodoïd).

Serię nowych materiałów na szyby lotnicze, których najwybitniejszym przedstawicielem jest „Plexiglas" produkowany przez firmę Rhöm & Haas, Co. Darmstadt, dały badania nad polimeryzacją pochodnych alkoholu winylowego i kwasu akrylowego.

Patent angielski Nr 436 072 z 28 grudnia 1933 roku podaje sposób wyrobu mas (żywic) z estrów poliwinylowych. Estry te są używane między innymi i w lakiernictwie p. n. Mowilith (I. G. Farbenindustrie) i tworzą ciała twarde, bezbarwne, przejrzyste, o temperaturze zmięknienia wg Kraemer-Sarnowa od 60—125° C, zależnie od gatunku.

Wyrób tych żywic przeprowadza się w ten sposób, że ester poliwinylu (jednak nie może to być mrówczan) zmydla się osobno lub razem z aldehydem albo związkiem zawierającym grupę CO (jednak nie z aldehydem octowym) w obecności katalizatora powodującego zmydlanie i acetylację. Reakcję przeprowadza się w rozpuszczalniku organicznym (byleby nie w alkoholu) z dodatkiem takiej ilości wody lub wody i alkoholu, aby acetylacja nie przekroczyła 87%. W rezultacie otrzymuje się masę nadającą się do wyrobu szyb lotniczych.

Własności takich żywic przeznaczonych do wyrobu szyb są następujące:

Współczynik załamania światła	1,45
Ciężar gatunkowy (20^0 C)	1,17
Punkt zmięknienia wg Kraemer-Sarnowa	105—125^0 C

Odporność na światło bardzo duża.

Dalszymi produktami, polimerami związków winylu są „Acronale". Związki te są bezbarwne, odporne na światło ultrafioletowe, niskie temperatury oraz na oleje smarne i mieszanki paliwowe.

Inna seria żywic są to polimery kwasu akrylowego i do tych związków należy Plexiglas.

Patent amerykański Nr 2029419 obejmujący wyrób żywic akrylowych (Plexigum) określa ich własności i podaje zastosowanie. Są to estry kwasu poliakrylowego i metaakrylowego o podobnych własnościach do kauczuku (ester etylowy). Ester metylowy jest natomiast bardzo twardym produktem, nie zmydlającym się, odpornym na chemikalia, benzynę i oleje mineralne. Techniczne żywice akrylowe (Plexigum) znajdują zastosowanie między innymi jako nietłukące się szyby.

Wyrób szyb lotniczych z tych żywic prawdopodobnie będzie się odbywał tak, jak celuloidu. Uplastyczniacze będą nieco inne, a więc przede wszystkim chlorowane estry alifatyczne kwasu fosforowego. Na ogół jednak żywice te są plastyczne — więc dodatek uplastyczniaczy będzie też mniejszy, jak do estrów celulozy.

Plexiglas ma następujące własności:

Ciężar gatunkowy	: 1,18
Temperatura zapłonu	: 220^0
Nasiąkliwość wodą (przez 1^h moczenia w 20^0 C)	: 0,0692 (a więc o wiele mniejszą niż Rhodoïd)
Twardość wg Brinella	: 18—19 kg/mm^2
Wytrzymałość na zerwanie	: 6—7 „

poza tym jest o wiele bardziej odporny na insolację (przepuszcza 98—99% promieni widma słonecznego), światło ultrafioletowe nań nie działa, ma wyższy punkt zmięknienia oraz jest bardziej mechanicznie „płynny" (np. odcisk kuli aparatu Brinella znika po 8—12 godzinach). Ma też mniejszy współczynnik załamania światła.

Cechy te kwalifikują go na ogół lepiej od mas acetylocelulozowych dla lotnictwa, nie mówiąc już o jego lepszych własnościach technologiczno-warsztatowych i użytecznych, co widać z porównania danych liczbowych.

Plexiglas jest używany w lotnictwie niemieckim prawie wyłącznie — nawet „do szklenia" Zeppelinów.

Dalszymi materiałami plastycznymi w lotnictwie są pochodne żywic fenolowo-formaldehydowych typu bakelitu.

Produkcja i własności bakelitu są naogół znane tak, że nie będę ich tutaj opisywał. W lotnictwie, wyłączając instalacje elektryczne płatowca, gdzie znajdują zastosowanie czy to w formie papieru prasowanego z bakelitem, czy też samego bakelitu — w częściach konstrukcyjnych znajduje zastosowanie na rolki prowadzące linki stalowe. Używa się go w formie sprasowanej z materiałem dzianym (metkal). Bywa również stosowany do zestawów kół zębatych, cichobieżnych.

Masy te mają różne nazwy jak Durtex, Turbax, Gumutext itp.

Własności chemiczne i wytrzymałościowe tych mas są następujące:

Ciężar gatunkowy	: 1,3—1,4
Wytrzymałość na zgniatanie	: 30 kg/mm^2
Wytrzymałość na zginanie	: 15 „
Wytrzymałość na ścinanie	: 5 „
Twardość wg Brinella	: 35 „
Opór na nacinanie	: 40 cmk/cm^2
Nasiąkliwość wodą	: 0,003—0,008 g/cm^3
Wytrzymałość na ogrzewanie stałe	: 140^0 C
Wytrzymałość na ogrzewanie przemijające	: 160^0 C

Poza tym są odporne na działanie gorących olejów i mieszanek paliwowych, rozcieńczonych kwasów i światła — dadzą się ciąć, piłować, frezować i toczyć.

O wiele bardziej interesujące są materiały, które może nieściśle tutaj zaliczam do mas plastycznych, a to służące do wyrobu przewodów olejów smarnych i mieszanek paliwowych dla lotnictwa.

Materiałem tym jest w pierwszym rzędzie amerykański Thiokol. Jest to produkt kondensacji, który powstaje w pewnych warunkach na skutek działania wielosiarczku sodowego na chlorek etylenu. Teoretycznie można reakcję sformułować następująco:

$$n(Na_2S_4) + n(C_2H_4Cl_2) = 2n(NaCl) + (C_2H_4S_4)n$$

W rzeczywistości jednak przebieg jej jest o wiele więcej skomplikowany.

Thiokol jest produktem podobnym do kauczuku i w mieszaninie z kauczukiem służy do wyrobu węży gumowych, odpornych na mieszanki paliwowe (benzyna-alkohol-benzol) oraz na ciepłe oleje mineralne. W U. S. A. lotnictwo używa przewodów z Thiokolu o składzie 100 części Thiokolu i 80 części kauczuku i innych domieszek, obłożonych zewnątrz gumą i oplecionych siatką metalową. Również do uszczelniania zbiorników smaru i paliwa używają taśm thiokolowych.

Thiokol jest rzeczywiście bardzo odporny na działanie paliw i smarów, ma jednak przykre własności, a przede wszystkim czuć go nieprzyjemnie

i benzyna pozostawiona dłuższy czas w zetknięciu z Thiokolem drażni silnie naskórek. Zachodzi to prawdopodobnie na skutek ekstrakcji i parowania ubocznych produktów kondensacji, zbliżonych prawdopodobnie do iperytu $(C_2H_4Cl_2)_2S$. Osobiście byłem świadkiem takiego poparzenia rąk; zaatakowanie skóry było podobne do objawów lekkiego zakażenia iperytem.

Lotnictwo polskie używa bardzo mało Thiokolu. Problem przewodów paliwa i smaru został w Polsce rozwiązany w inny sposób. Zasadniczym materiałem odpornym na smary i paliwo lotnicze są produkty polimeryzacji oleju tungowego (China Wood-Oil). Jest rzeczą znaną, że olej drzewny ogrzewany powyżej 240° C w pewnych warunkach przechodzi w masę plastyczną, nierozpuszczalną w żadnym ze znanych rozpuszczalników. Opanowanie tego problemu i produkcja tkanin impregnowanych tym sposobem dały w rezultacie polski giętki przewód paliwa i smaru dla lotnictwa.

Dr Inż. WITOLD ROMER

Podczerwień w fotografii lotniczej

Jednym z ważniejszych postępów jaki dokonał się w fotografii w dobie powojennej jest rozszerzenie czułości płyty fotograficznej na skrajną czerwień i krótkie promieniowania podczerwone oraz udoskonalenia techniczne w tej dziedzinie. Osiągnięcia tej gałęzi fotografii są bardzo znane. Wiemy, że można fotografować po ciemku, że zjawy na seansach spirytystycznych czują się dziś mniej pewne, gdyż wszelkie niedokładności w materializacjach, oportach itd. można wykryć fotograficznie bez pomocy światła widzialnego. Widywaliśmy w dodatkach ilustrowanych do gazet zdjęcia dokonane przy „świetle“ rozgrzanych żelazek do prasowania itp.[1]). Znane są również znakomite wyniki fotografii na wielką odległość, fotografii lotniczych, na których widoczne są szczegóły niewidzialne dla oka ludzkiego z powodu zamglenia. Często mówi się wprost o fotografii we mgle. I nawet znane są bardzo ciekawe zastosowania techniczne w tej dziedzinie. Mianowicie Fog Navigating Camera Comp. w New Yersey skonstruowało według wskazówek kapitana T. M. Wiliams'a aparat, w którym w czasie mgły dokonuje się co 30″ zdjęcia na filmie uczulonym na podczerwień i natychmiast wywołuje je, umożliwiając dostrzeżenie niewidzialnych dla oka przeszkód. Kamera ta zastosowana w amerykańskiej marynarce miała oddawać usługi przy wpłynięciu statku Manhattan do Southompton w czasie gęstej mgły w lutym 1934. Według danych w prasie widoczność w czasie mgły ma w tych warunkach wynosić 7—10 km. Wynikałoby stąd, że przy pomocy promieni podczerwonych możemy swobodnie fotografować przez gęstą mgłę[1]). Z drugiej jednak strony wiemy, że chmury na fotografiach podczerwienią widoczne są nadzwyczaj wyraźnie, są zatem dla promieniowania podczerwonego nieprzenikliwe.

Aby wyjaśnić te sprzeczności i zdobyć orientację w tej dziedzinie, należy przypomnieć podstawowe prawa fizyki dotyczące rozpraszania światła. Sprawy te nie są wprawdzie dotychczas bezspornie wyjaśnione. Brak przede wszystkim dokładnych danych eksperymentalnych dotyczących rozproszenia światła przez atmosferę w zależności od długości fali, dla różnych typów mgły.

Pewnych danych doświadczalnych dostarczają jednak przedwojenne pomiary Smithsonian Instutution zestawione przez Fedorowa (Sc. Ind. Phot. 1926 28 M) a także kilka prac późniejszych.

Światło słoneczne przechodząc przez atmosferę ulega rozproszeniu i ugięciu na drobinach powietrza (zjawisko Compton'a) oraz na pyle atmosferycznym. Ilość światła ugiętego I_r podaje wzór Rayleigh'a

$$I_r = K \frac{v^2}{\lambda^4}$$

gdzie v przedstawia objętość cząsteczek rozpraszających, zaś λ długość fali światła. Ilość światła rozproszonego jest więc odwrotnie proporcjonalna do czwartej potęgi długości fali. Promieniowanie podczerwone o długości fali 800 mμ jest 16 razy mniej rozpraszane od fioletu (400 mμ). „Widoczność“ na tej długości fali jest 16 razy lepsza. Wzór Rayleigh'a stosuje się jednak ściśle tylko do bardzo małych cząsteczek, których wielkość mieści się w granicach od $^1/_5$—$^1/_2$ długości fali światła. Na cząsteczkach dużych rozproszenie następuje przez załamania i odbicia i jest dla ciał nie posiadających własnej barwy zupełnie niezależne od długości fali. W atmosferze ziemskiej nawet najczystszej mamy zawsze dużą ilość cząsteczek wykraczających wymiarami poza granice, w których stosuje się wzór Rayleigh'a. (Średnia wielkość 1,2 μ). W warunkach tych rozproszenie

[1]) Praktycznie fotografować można promieniowanie ciał o temperaturze wyższej niż 400⁰.

[1]) W kalendarzu fotograficznym na r. 1938 wydanym przez jedną z najpoważniejszych firm zagranicznych czytamy wprost, że promienie podczerwone przebijają warstwę chmur, umożliwiając zdjęcia lotnicze z nad chmur.



Rys. 1. Zdjęcie z Wysokiego Zamku we Lwowie w kierunku południowo wschodnim na płycie ortochromatycznej bez użycia filtra.



Rys. 2. Zdjęcie z tego samego miejsca na płycie uczulonej na podczerwień (maks. 850 mμ). Na horyzoncie wyraźnie widoczne pasmo Karpat.

zależy od długości fali jednak w mniejszym stopniu niż to przewiduje wzór Rayleigh'a. W zamieszkałych okolicach rozproszenie jest przy dobrej pogodzie w przybliżeniu proporcjonalne do $\frac{1}{\lambda^{2,5}}$ (Rocard Sc Ind. Phot. 1931 str. 153). Zatem widoczność odległych szczegółów na zdjęciu będzie tym lepsza im większą długością fali będziemy się posługiwać. Najgorsza będzie zatem na emulsji zwyczajnej (ca 440 mμ) lepsza na ortochromatycznej z filtrem żółtym (ca 550 mμ) jeszcze lepsza na panchromatycznej z filtrem czerwonym (ca 640 mμ) i najlepsza w podczerwieni (zazwyczaj 800—850 mμ). Przy przejściu od płyty zwyczajnej do podczerwieni widoczność powiększy się ok. 4—5 razy. Natomiast kropelki wody we mgle posiadają jeszcze znacznie większe wymiary, średnica ich waha się według różnych autorów między 6—127 μ. Przy tak wielkich cząsteczkach, które nieraz gołym okiem rozróżnić można, światło jest rozpraszane zupełnie nieselektywnie. Zastosowanie fotografii podczerwonej nie da w tym wypadku żadnego powiększenia widoczności. Tym bardziej nie możemy się spodziewać żadnej korzyści jeśli mała widoczność spowodowana jest przez opad atmosferyczny, deszcz lub śnieg. Natomiast we wszystkich wypadkach pośrednich a więc przy powietrzu lekko zamglonym, mglistym lub nawet przy lekkiej, przejrzystej mgle należy się spodziewać korzyści z zastosowania większej długości fali w fotografii, a w szczególności w fotografii podczerwonej. Korzyść ta będzie procentowo tym większa, im czystsze jest powietrze, ze wzrostem zamglenia bowiem rosną zazwyczaj wymiary cząsteczek.

Wnioski te zgodne są z doświadczeniem. NM Mohler (Opt. Soc. Amer. 1936 str. 219—20) stwierdził przy porównaniu widoczności wizualnej, przy której decydujące są promienie czerwone, z fotografią podczerwoną (emulsja Kodak IR) przy dobrej pogodzie (widoczność 15—30 km) zwiększenie widoczności w stosunku 1 : 1,7, przy gorszej pogodzie zwiększenie widoczności w stosunku 1 : 1,1 w mgle lub deszczu natomiast nie ma żadnej różnicy między zdjęciem a tym co widzi oko ludzkie.

Zatem zastosowanie promieni podczerwonych w fotografii lotniczej nie może dać rewelacyjnych korzyści w rodzaju dokonywania zdjęć z ukrytego bezpiecznie w gęstych chmurach samolotu, jednakże przy fotografii z dużej wysokości i we wszystkich, częstych bardzo wypadkach słabej widoczności, gdy mamy do czynienia nie z właściwymi chmurami, lecz z atmosferą mniej lub więcej zamgloną, oddać może bardzo duże usługi.

Ale przenikanie promieni podczerwonych przez media mętne nie jest jedyną ich własnością cenną w fotografii lotniczej. Wiemy, że w podczerwieni bardzo wiele ciał posiada inną zdolność refleksyjną niż w świetle widzialnym. Najbardziej rzucający się w oczy jest tzw. efekt Wooda. Zieleń roślinna wychodzi na zdjęciu zupełnie biało jak śnieg, jaśniej od biało malowanych fasad domów, jaśniej od świecących w słońcu dróg. Również inne barwy zmieniają swój odcień, wiele ciemnych barwików, a w niektórych wypadkach i czerń wychodzi prawie biało i na odwrót wiele barwików jasnych wychodzi ciemno.

Ma to ogromne znaczenie dla maskowań obiektów wojskowych. Zieloną farbą polakierowany dach przy obserwacji wizualnej, a również na zwykłym zdjęciu niewidoczny zupełnie wśród kryjących go drzew wystąpi bardzo wyraźnie jako ciemna plama na zdjęciu podczerwieni. Malowanie dachu może nawet powiększyć jego widoczność w podczerwieni. Również umundurowanie armii, malowanie dział i materiału wojennego, maskowania przy pomocy malowanych płócien i siatek tak cenione podczas wojny światowej, stają się doskonale widoczne na zdjęciu podczerwienią. Nie łatwo bowiem znaleźć taki materiał, który by w świetle widzialnym nie odróżnił się zbytnio od otoczenia a zdolnością refleksji w podczerwieni dorównał zieleni roślinnej.

Ale nawet zastosowanie naturalnej zieleni do maskowania nie zawsze daje pewne wyniki. W podczerwieni bowiem rozróżnia się cały szereg odcieni w zieleni roślinnej. Łąki są najjaśniejsze, drzewa liściaste i krzewy ciemniejsze, najciemniejsze zaś drzewa szpilkowe. Jeśli zatem płaski dach ukrytego w lesie budynku pokryjemy darnią wystąpi on na zdjęciu wyraźnie, jako jasny prostokąt. Konieczne będzie w tym wypadku rozczłonkowanie dachu, zakrycie częściowe drzewami, zasadzenie krzewów itp.

Jak z tego krótkiego zestawienia widzimy zastosowanie podczerwieni w wywiadowczej fotografii lotniczej posiada ogromne znaczenie. Najcenniejsze są zdjęcia wykonywane równocześnie lub w szybkiej kolejności przy pomocy różnych długości fali. Najprościej można to wykonać fotografując na emulsji uczulonej na podczerwień, która zawsze posiada również czułość w świetle widzialnym, raz przy pomocy światła widzialnego, a drugi raz w podczerwieni, przez zastosowanie odpowiednich filtrów. Także fotografia równoczesna promieniami podczerwonymi o różnej długości fali dać może ciekawe wyniki. (Leiber, Phot. Korr 1932 str. 126—35). Fotografia udostępniła bowiem naszej obserwacji część widma co do zakresu długości fal równą części widzialnej. Interesujące nas szczegóły najłatwiej dostrzec można, gdy zdjęcie wykonane na różnych długościach

fali zabarwimy na różne kolory i nałożymy na siebie tak jak się to czyni w fotografii o barwach naturalnych. Można tu oczywiście użyć także syntezy addytywnej przy pomocy odpowiednich urządzeń.

Natomiast poważne trudności w fotografii lotniczej stanowi stosunkowo mała czułość materiałów wrażliwych na podczerwień. Naświetlenie musi być z reguły ok. 10-krotnie powiększone, przy większych długościach fali jeszcze znacznie silniej. Ponieważ czas naświetlania jest ograniczony przez szybkość ruchu samolotu, wzrastają bardzo silnie wymagania od jasności optyki, sprawności migawek aparatów lotniczych itd.

Na zakończenie z przyjemnością należy zanotować, że ta tak ważna dla obronności kraju dziedzina nie leży u nas odłogiem. Opierając się na własnych pracach badawczych krajowa fabryka materiałów fotograficznych „Alfa“ wypuściła przed rokiem emulsję uczuloną na podczerwień o właściwościach zupełnie porównywalnych z dobrymi materiałami zagranicznymi.

Inż. WŁADYSŁAW MARKOCKI
Laboratorium badawcze
Fabryki „Alfa“

Barwniki do celów sensybilizacji materiałów fotograficznych

W fotografii lotniczej znajdują zastosowanie materiały ortochromatyczne, panchromatyczne i podczerwone. Bromek srebra, który obok małej ilości jodku stanowi substancję światłoczułą negatywowego materiału fotograficznego jest wrażliwy tylko na fale krótkie, do ok. 5 300 Å. Jednak przez zabarwienie go pewnymi specjalnymi barwnikami można spowodować jego uczulenie również na fale dłuższe, obecnie aż do 14 000 Å. W zależności od absorpcji danego barwnika występuje uczulenie tylko na pewien zakres fal. A więc barwniki pomarańczowe, absorbujące zieleń powodują uczulenie na te fale, dają zatem materiały ortochromatyczne, barwniki o absorpcji dalej posuniętej rozszerzają czułość chlorowcopochodnych srebra również na promienie czerwone, dając materiały zwane panchromatycznymi, które są wrażliwe na cały mniej więcej zakres widzialny widma. Inne barwniki uczulają na fale jeszcze dłuższe, podczerwone dla oka już nie widoczne.

Na materiale tzw. „ślepym“ o czułości właściwej bromku srebra (obecnie w handlu nie istnieje poza błoną rentgenowską i materiałami pozytywnymi) wszystkie barwy poza fioletem i błękitem wychodzą prawie czarno. Emulsje ortochromatyczne o rozszerzonej barwoczułości do około 6 000 Å oddają mniej więcej wiernie zieleń i żółć, natomiast błękit ciemny dla oka za jasno, a czerwień za ciemno. Dopiero materiały panchromatyczne oddają wartości tonalne wszystkich barw prawie wiernie. Zasadniczo jednak zmienia się sprawa w podczerwieni. Olbrzymia większość barwników, zwłaszcza o odcieniach ciepłych jest dla powierzchni przepuszczalna, wychodzą one zatem na zdjęciu biało. Tylko barwniki błękitne i zielone absorbują częściowo krótką podczerwień (poza barwnikami specjalnymi). Chlorofil stanowiący zielony barwnik roślin reflektuje bardzo silnie już długą czerwień, a w podczerwieni wychodzi całkiem biało. Daje to niekiedy możność wykrywania maskowań zieleni naturalnej.

Poza tym sensybilizacja optyczna ma za zadanie przeciwdziałać zasłonięciu dali na zdjęciach wskutek zamglenia atmosferycznego. Atmosfera nawet najczystsza zawiera zawsze pewne ilości pyłu i pary wodnej, które powodują rozproszenie światła. Rozproszenie to jest jednak selekcyjne. Określa go wzór Rayleigh'a:

$$R = k.\frac{d^2}{\lambda^4}$$

gdzie R oznacza światło rozproszone, k współczynnik proporcjonalności, d średnicę cząsteczek rozpraszających, λ długość fali światła. Widzimy z tego, że rozproszenie światła spada aż z czwartą potęgą długości fali. Zatem ultrafiolet i błękit są przede wszystkim rozpraszane i zdjęcia dokonane tymi promieniami posiadają silnie zamgloną dal. Znaczna poprawa pod tym względem występuje przy zastosowaniu materiału panchromatycznego z filtrem żółtym, a na materiale podczerwonym uzyskiwano widoczność ponad 500 km. Otrzymuje się w tym wypadku na zdjęciu szczegóły okiem zupełnie niewidoczne.

Niestety przeciw zastosowaniu dalekiej podczerwieni w zdjęciach lotniczych stoi na przeszkodzie coraz niższa czułość im dalej posuwamy się w podczerwień. Nie mniej jednak w dobrych warunkach świetlnych można jeszcze dokonywać zdjęć lotniczych na materiale uczulonym na zakres około 7 500—8 500 Å.

Poza tym fotografia podczerwona znalazła zastosowanie w wielu dziedzinach badań naukowych jak astronomia, medycyna, kryminalistyka, paleontologia, patologia roślin, antropologia, chemia itp. oraz w kinematografii dla uzyskania specjalnych efektów.

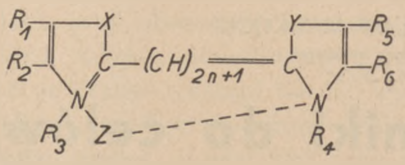
Jak widzimy z tego krótkiego przeglądu prace w dziedzinie barwników sensybilizacyjnych dla celów wojskowych mają za zadanie uzyskanie przede wszyskim materiałów panchromatycznych o możliwie wysokiej czułości ogólnej i w czerwieni oraz podczerwonych o różnym zakresie uczulenia [1]).

Odkrycia zjawiska sensybilizacji optycznej dokonał Vogel w roku 1873 badając wpływ widma słonecznego na płytę pochodzenia angielskiego, której warstwa światłoczuła w celu uniknięcia odblasków i dyfuzji światła została zabarwiona czerwonawo. Zauważył w niej ślad uczulenia w zieleni, czego nie wykazywały płyty bez barwnika. Wkrótce stwierdził Vogel, że istnieje wiele barwników, które zaabsorbowane przez bromek srebra powodują jego uczulenie na pewną część widma. Barwniki te (koralina, czerwień naftalinowa, zieleń anilinowa itp.) wywierały jednak często bardzo niekorzystny wpływ na emulsję, powodując znaczne obniżenie czułości ogólnej, silne zadymienie, nietrwałość, dając przy tym uczulenie w stopniu tak nieznacznym, iż można to było wykryć tylko spektrograficznie, nie wywierając żadnego praktycznie wpływu na oddanie barw. W danej chwili nie posiadało więc to odkrycie znaczenia praktycznego, dało jednak impuls do badań, które doprowadziły do tego, iż obecnie czułość emulsyj fotograficznych możemy rozszerzyć nie tylko na cały zakres widzialny, lecz nawet daleko w podczerwień prawie do 14 000 Å. Pierwszymi barwnikami już o znaczeniu praktycznym były eozyna, erytrozyna, pinaflavol, pinacyjanol itp.

Obecnie badania nad barwnikami sensybilizacyjnymi stanowią jedną z najważniejszych prac badawczych laboratoriów większych fabryk materiałów fotograficznych. Wyniki są jednak trzymane w tajemnicy lub strzeżone licznymi patentami, niejednokrotnie sprzecznymi i niezgodnymi z rzeczywistym stanem rzeczy.

Aby barwnik posiadał znaczenie praktyczne musi spełniać cały szereg warunków. Przede wszystkim musi pozwalać na uzyskanie wysokiej czułości ogólnej i barwoczułości, pracować klarownie i dawać trwałe materiały. Z tych przyczyn w powodzi barników, które wykazują właściwości sensybilizacyjne, tylko nieliczne znajdują zastosowanie w praktyce, a z tych prawie wszystkie należą do tzw. barwników polimetinowych, w których łańcuch złożony z nieparzystej ilości grup metinowych łączy dwa układy: jedno i dwuwartościowy.

Ze względu na olbrzymi materiał omówię tylko jedną grupę barwników sensybilizacyjnych, barwniki cyjaninowe. Jest ona niewątpliwie najobszerniejsza i najważniejsza. Tutaj łańcuch złożony z grup metinowych łączy dwa jednakowe lub różne rdzenie heterocykliczne. Barwniki te dadzą się ująć w ogólny wzór:



I

gdzie $R_1 - R_2 - R_5 - R_6$ są jednowartościowymi podstawnikami.

$X - Y = -CH=CH-, -S-, -Se-, -O-, =C= CH_{(3)2}$.

$R_3 - R_4$ = Alkyl, aralkyl lub aryl, najczęściej etyl.

Z = jednowartościowa reszta kwasowa, zwykle chlorowiec.

$n = 0, 2, 4, 6 \ldots$

Najczęściej stosowanymi zasadami heterocyklicznymi są: chinolina, benztiazol, benzselenazol, benzoksazol 3—3 dwumetyloindolenina. Chinolina została pierwsza zastosowana do syntezy barwników cyjaninowych, pochodne jej wykazują jednak szereg cech ujemnych, tak iż nie posiadają obecnie praktycznego znaczenia, nie mniej jednak odegrały bardzo ważną rolę, dając pierwsze materiały panchromatyczne i podczerwone (pinacyjanol, kryptocyjanina, neocyjanina). Barwniki te, tzw. chinocyjaniny obniżają znacznie czułość ogólną emulsji, powodując przy tym często jej zadymienie oraz brak trwałości. Tych ujemnych cech nie wykazują barwniki wywodzące się od dalej wymienionych zasad heterocyklicznych, zwłaszcza tiazoli i selenazoli. Ponadto tio- i selenocyjaniny dają o wiele lepszą barwoczułość od chinocyjanin.

Zakres uczulenia przez barwniki cyjaninowe zależy przede wszystkim od długości łańcucha metinowego. Tabela 1. daje nam w Å przybliżone wartości położenia maksimum uczulenia i absorpcji niektórych barwników cyjaninowych w zależności od rdzeni i długości łańcucha.

Jak widzimy położenie maksimum uczulenia jest przesunięte w stosunku do maksimum absorpcji o 250—800 Å zawsze w kierunku fal dłuższych. Spowodowane jest to prawdopodobnie zmianą barwy wskutek absopcji barwnika na bromku srebra.

---

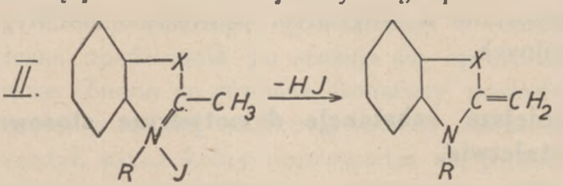
[1]) Prace badawcze w tym kierunku są prowadzone w Polsce w kilku pracowniach na wyższych uczelniach oraz przez autora artykułu w laboratorium badawczym fabryki „Alfa" w Bydgoszczy.

Tabela 1.

zasada heterocyklowa \ n =	0 położenie maks. absorb.	sensyb.	2 położenie maks. absorb.	sensyb.	4 położenie maks. absorb.	sensyb.	6 położenie maks. absorb.	sensyb.
benzoksazol	3 800		4 800	5 150	6 000	6 250		
3—3 trimetyloindolenina . . .	4 000		5 400		6 400		7 400	
benztiazol	4 230	4 550	5 600	5 850	6 600	7 000	7 650	8 000
benzselenazol	4 270		5 700	6 200	6 650		7 700	8 200
chinolina (2—2')	5 300		6 050		7 050		8 100	
chinolina (4—4')	5 950		7 050		8 100			9 800

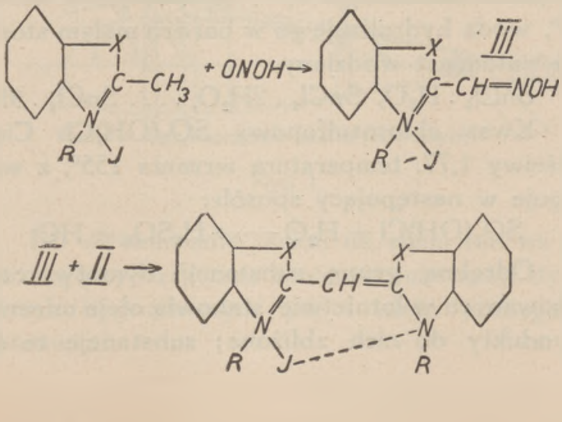
Właściwości sensybilizacyjne zależą również w wysokim stopniu od podstawników zawartych tak w rdzeniach heterocyklicznych jako też i w łańcuchu metinowym, specjalnie przy węglu środkowym. Najczęściej stosowanymi podstawnikami są: grupy alkilowa, arylowa, aminowa, dwualkiloaminowa, acetyloaminowa, metoksylowa, fenylenowa. Podstawniki o charakterze zasadowym z reguły wpływają niekorzystnie na trwałość materiałów sensybilizowanych.

Jako materiałów wyjściowych do syntez barwników cyjaninowych nie używa się samych zasad heterocyklicznych, lecz ich soli amoniowych, zawierających w położeniu 2- (oznaczonym też u) reaktywną grupę metylową. Przez odszczepienie kwasu mogą te związki być przeprowadzone w formę jeszcze bardziej aktywną, np.:



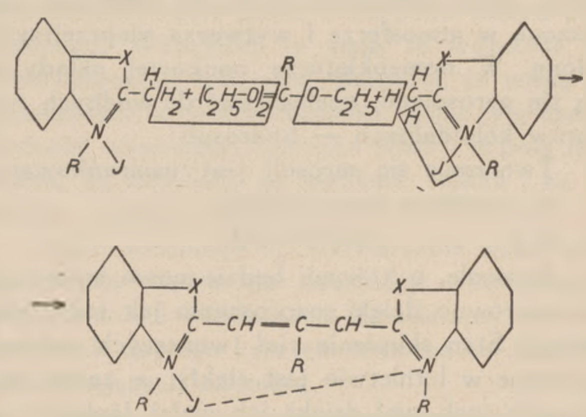
Jeśli we wzorze I podstawimy za „n“ zero, to otrzymamy barwniki monometinowe, zwane krótko cyjaninami. Należy tu wiele barwników ortochromatycznych, a niektóre z nich uczulają również w krótkiej czerwieni.

Symetrycznie zbudowane cyjaniny można otrzymać działaniem kwasu azotawego na roztwór soli cyklamoniowych w bezwodniku octowym wg schematu:



Najważniejszą podgrupę barwników cyjaninowych stanowią barwniki trimetinowe. Do niej należą najlepsze sensybilizatory ortochromatyczne (pochodne benzoksazolu, benzoksazoli podstawionych oraz barwniki zbudowane z dwóch różnych rdzeni np. benzoksazolu i 3—3 dwumetyloindoleniny lub benzoksazolu i benztiazolu) i panchromatyczne, (pochodne tiazolu, selenazolu zwłaszcza podstawionych).

Najczęściej stosowaną metodą syntezy barwników symetrycznych trimetinowych zwanych karbocyjaninami jest metoda ortoestrowa:



Jako ośrodka kondensacyjnego używa się pirydyny, piperydyny, trietylaminy lub bezwodnika octowego. Stosując ortoestry różnych kwasów otrzymujemy karbocyjaniny różnie podstawione przy węglu środkowym. Podstawniki w tym miejscu wywierają specjalnie duży wpływ.

Barwniki o dłuższym łańcuchu metinowym uzyskuje się w reakcji soli cyklamoniowych z barwnikami streptopolimetinowymi o ogólnym wzorze:

$$RN = \overset{H}{C} - \left(\overset{H}{C} = \overset{H}{C}\right)_n - NHR'$$

$$n = 0, 1, 2, 3 \ldots$$

w roztworze pirydyny, alkoholu etylowego z dodatkiem piperydyny lub octanu sodu.

Metodą tą uzyskano barwniki polimetinowe, cyjaninowe o łańcuchu do 11 węgli, które uczulają daleko w podczerwień.

Ze względu na możliwość stosowania różnych zasad i różnych podstawników oraz ich kombi-

nacji barwniki cyjaninowe stanowią grupę sensybilizatorów zawierających wiele tysięcy poszczególnych związków.

Dla celów fotograficznych muszą one być otrzymywane w stanie najczystszym, gdyż niekiedy ślady zanieczyszczeń powodują zupełne zepsucie emulsji światłoczułej.

Wynik sensybilizacji zależy nie tylko od samego barwnika, lecz również od sposobu jego użycia oraz ilości. Dla części widma widzialnego optymalna ilość barwnika waha się od 0,05 do 0,5 g na 1 kg bromku srebra, co odpowiada mniej więcej 30 litrom gotowej do lania emulsji, która daje ok. 300 tuzinów płyt 9 : 12. Dla części widma podczerwonej ilość barwnika jest jeszcze mniejsza i spada niekiedy aż do 0,005 g na 1 kg bromku srebra. Barwników dodaje się najczęściej do gotowej emulsji w postaci roztworu alkoholowego.

Jak z tego widzimy zapotrzebowanie barwników sensybilizacyjnych jest tak małe, iż z łatwością można je pokryć produkcją laboratoryjną. W handlu nie istnieją one prawie zupełnie poza barwnikami od dawna ogólnie znanymi i obecnie nie stosowanymi, króre mimo wszystko osiągają niekiedy cenę zł 250, — za gram. Wyjątek stanowi erytrozyna używana już od kilkudziesięciu lat, ogólnie znana i produkowana po przystępnej cenie przez szereg fabryk, będąca jednak systematycznie usuwaną przez lepsze barwniki cyjaninowe.

Z krajowych fabrykatów panchromatycznych i podczerwonych istnieją tylko produkty „Alfy", która posługuje się barwnikami wytwarzanymi przez siebie, w znacznej części z produktów krajowych.

Inż. T. MROZOWSKI

Zastosowanie dymów w lotnictwie

W praktyce przyjęto nazywać dymami takie układy, gdzie substancja ciekła lub stała jest rozproszona w atmosferze i wytwarza nieprzejrzystą zasłonę. W nomenklaturze naukowej układy te zwą się aerosolami, analogicznie do wodnych roztworów koloidalnych — hydrosoli.

Tworzenie się aerosoli jest uwarunkowane:
a) procesem rozproszenia
b) „ kondensacji.

Aerosole, o których będzie mowa, są wytwarzane zarówno dzięki rozproszeniu jak też i kondensacji. Stan skupienia ciał tworzących aerosole stosowane w lotnictwie jest ciekły, a zatem rozproszenie tych ciał dzięki ich małej lepkości nie jest trudne.

Ciecze są wyrzucane z samolotu z dużą szybkością do otaczającej atmosfery i dzięki temu, że energia wyrzutu przewyższa znacznie napięcie powierzchniowe cieczy zostaje ona rozdrobniona na bardzo małe kropelki, które w powietrzu tworzą aerosol.

Kropelki te mają bardzo małą powierzchnię, lecz dużą trwałość. Proces rozdrabniania, a co za tym idzie trwałość aerosolu jest uzależniony od szybkości impulsu (energii rozpraszania), lepkości i spoistości płynu oraz napięcia powierzchniowego. Trwałość aerosoli skutkiem tego, że środowiskiem dyspersyjnym jest w nich powietrze, jest znacznie mniejsza, niż trwałość hydrosoli.

Trwałość układu może ulec zmianie na skutek zmian temperatury i ciśnienia lub składu faz. Aerosole dzielą się na dymy i mgły.

Dymy są to stałe produkty spalenia w tlenie powietrza lub produkty innych procesów chemicznych w postaci drobnych cząsteczek unoszących się w powietrzu.

W odróżnieniu od dymów mgła jest zawiesiną ciekłą. Mgły chemiczne powstają wskutek rozproszenia w wilgotnym powietrzu ciał hygroskopijnych.

Ważniejsze substancje dymotwórcze stosowane w lotnictwie.

Czterochlorek tytanu $TiCl_4$ — ciecz żółtawa, ruchliwa, silnie załamująca światło, o ciężarze właściwym 1,76, temperaturze wrzenia 135°; rozkłada się wodą w myśl równania:

$$TiCl_4 + 4H_2O \longrightarrow Ti(OH)_4 + 4HCl$$

Czterochlorek krzemu $SiCl_4$ — ciecz ruchliwa o ciężarze właściwym 1,48, temperaturze wrzenia 57°, rozkłada się wodą w myśl równania:

$$SiCl_4 + 4H_2O \longrightarrow Si(OH)_4 + 4HCl$$

Czterochlorek cyny — $SnCl_4$ ciecz bezbarwna o ciężarze właściwym 2,27, temperaturze wrzenia 114°, woda hydrolizuje go w bardzo małym stopniu daje natomiast wodziany:

$$SnCl_4 \cdot H_2O,\ SnCl_4 \cdot 2H_2O,\ \ldots .\ SnCl_4 \cdot 9H_2O$$

Kwas chlorosulfonowy $SO_2(OH)Cl$. Ciężar właściwy 1,77, temperatura wrzenia 155°, z wodą reaguje w następujący sposób:

$$SO_2(OH)Cl + H_2O \longrightarrow H_2SO_4 + HCl$$

Odrębną grupę substancji dymotwórczych stosowanych w lotnictwie stanowią oleje mineralne i produkty do nich zbliżone; substancje te dają

dym na skutek łatwo zachodzącego w powietrzu skraplania się (kondensacji) odparowywanego oleju.

Dymy mają następujące zastosowanie w lotnictwie:

a) do wytwarzania zasłon,

b) jako wskaźniki wiatru na lotniskach,

c) do sygnalizacji.

Zasłony dymowe.

Znane są dwa rodzaje zasłon dymowych:

1. Zasłony firankowe (kotarowe), wytwarzane z polewacza (fumatora), umieszczonego pod skrzydłem lub kadłubem samolotu.

2. Zasłony wytwarzane na ziemi lub na wodzie.

Do wytwarzania kotarowych zasłon dymowych stosuje się hygroskopijne substancje dymiące.

W zależności od wysokości i szybkości samolotów ciecz wyrzucana z fumatorów wytwarza różnego kształtu zasłony zależnie od celu, do jakiego zasłony te mają służyć.

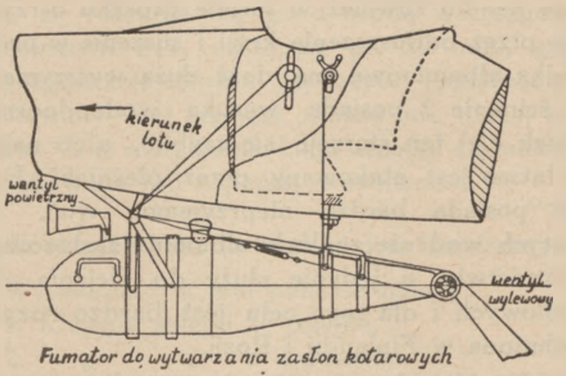
Gęstość zasłony dymowej jest regulowana przez zastosowanie odpowiedniego rozpylacza przy wylocie fumatora.

Znany jest szereg typów fumatorów do wytwarzania kotarowych zasłon.

Są to zbiorniki aerodynamiczne, zaopatrzone w szczelne wentyle służące do opróżniania i sterowania z kabiny pilota lub obserwatora.

W celu uniknięcia podciśnienia w fumatorze podczas opróżniania go stosuje się sprężone powietrze. Znane są również fumatory posiadające w części przedniej stożkowy otwór zaopatrzony w wentyl, przez który doprowadza się powietrze, uzyskując w ten sposób nadciśnienie niezbędne dla sprawnego działania fumatora.

Wentyl powietrzny jest zsynchronizowany z wentylem wylewowym.



Rys. 1.

Do wytwarzania zasłon na ziemi lub na wodzie mogą być używane zarówno substancje dymotwórcze hygroskopijne jak i oleje podlegające odparowaniu.

W zależności od rodzaju substancji dymotwórczej są w użyciu różne rodzaje aparatów wytwarzających zasłony.

W wypadku stosowania substancji dymotwórczych hygroskopijnych do zbiorników wypełnionych tymi substancjami wprowadza się sprężone powietrze, które porywa płyn i wytwarza obłok dymowy. Zarówno wysokość jak też i gęstość zasłony dymowej zależna jest od ilości i nadciśnienia powietrza wprowadzanego do zbiornika, przekroju wylotu i warunków atmosferycznych.

Przy zastosowaniu substancji dymotwórczych podlegających odparowaniu używa się aparatów opartych na następujących zasadach: substancję dymotwórczą wprowadza się ze zbiornika do płaskiego naczynia, ogrzewanego z zewnątrz. Przez odpowiednią regulację ogrzewania, dopływu cieczy i powietrza można osiągnąć pożądaną gęstość zasłony dymowej i uniknąć samozapłonów. W niektórych wypadkach dla uzyskania dobrych rezultatów celowy jest dodatek pewnych estrów kwasu ortofosforowego.

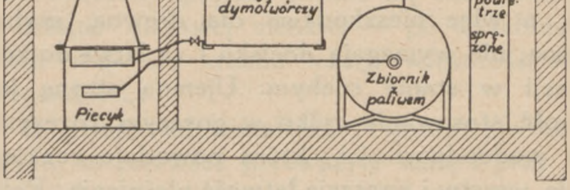
Wskaźniki wiatru na lotniskach.

Wskaźniki dymowe na lotniskach mają na celu zorientowanie pilota o kierunku wiatru przyziemnego. Wskaźniki te mają tę wyższość nad stosowanymi w tym celu rękawami, że mogą być umieszczane na środku lotniska, dając tym samym możność obserwacji kierunku wiatru w polu lądowania, są wrażliwe na nasilenie wiatru i są widoczne z dużej wysokości.

Jako substancji do wytwarzania wskaźników dymowych używa się substancji podlegających odparowaniu i kondensacji. Zasada aparatów stosowanych do tego celu jest zbliżona do aparatów wytwarzających zasłony.

Instalacje do wskaźników dymowych są umieszczane w schronach o silnym sklepieniu, pozwalającym na ewentualne lądowanie nań samolotu.

Niżej podany schemat przedstawia instalację do wskaźnika dymowego.



Rys. 2.

Po wyregulowaniu palnika i dopływu oleju instalacja pracuje samoczynnie i obliczona jest na kilkanaście godzin dziennej pracy. Większe lotniska zagraniczne są zaopatrzone we wskaźniki dymowe.

Sygnalizacja.

Niezależnie od sygnalizacji rakietowej znajduje zastosowanie w lotnictwie sygnalizacja przy pomocy dymów. Substancję dymotwórczą wprowadza się do rury wydechowej, gdzie dzięki wysokiej temperaturze następuje odparowanie, a następnie kondensacja.

Dla nadania sygnałom dymowym zabarwienia znajdują zastosowanie domieszki substancji zdolnych do wytwarzania barwnego aerosolu.

Np. żółty dym można otrzymać spalając mieszaninę:

55 części wagowych As_2S_3
15 „ „ S
30 „ „ KNO_3

Ciepło spalania siarki powoduje sublimację zabarwionego na kolor pomarańczowy trójsiarczku arsenu.

Inne dymy barwne wytwarzać można stosując domieszkę barwników dostatecznie odpornych na wysoką temperaturę i zdolnych do sublimacji w warunkach spalania się mieszaniny zapalającej, np.: indygo daje dym niebieski, auramina — żółty, mieszanina tych dwóch barwników dym zielony.

Inż. PIOTR KRAWCZYŃSKI

Problem klejenia w lotnictwie

Obok metali zużywa lotnictwo wiele drewna głównie do płatów. W przeciwieństwie do stali czy też aluminium jest drewno materiałem bardzo niejednorodnym. Wpływa na to nie tylko jego budowa, a więc odmienne własności nawet w dwóch sąsiadujących ze sobą miejscach, ale też techniczne przygotowanie drzewa dla lotnictwa. Chodzi tu przede wszystkim o klejenie.

Drewno jest stosowane w lotnictwie głównie w formie sklejki (dykty), która posiadać musi dużą wytrzymałość na rozerwanie (700—800 kg/mm^2) i nie pękać przy zginaniu. Dlatego też kwestia kleju jest tu bardzo ważna. Od kleju wymagamy przede wszystkim silnego wiązania poszczególnych części drewnianych, dobrej konserwacji drewna, odporności na wpływy zewnętrzne i drgania i wreszcie ze względów warsztatowych łatwości w użyciu.

Do klejenia drewna stosujemy rozmaite kleje, które podzielić można na 5 grup:

1. Kleje zwierzęce,
2. „ „ hartowane,
3. Albumina,
4. Kleje kazeinowe,
5. „ syntetyczne.

W przemyśle meblarskim do klejenia skór i papieru używane są kleje skórne. Są one obojętne, a więc nieszkodliwe dla drewna, szybko krzepną, nie wymagają docisku i są łatwe do konserwacji w stanie suchym. Ujemną stroną jest możność stosowania tylko w gorącym rozczynie, brak wodoodporności, która powoduje rozklejanie się warstw i wreszcie łatwość pleśnienia. Prócz tego wiążą one słabo w wyższej temperaturze i ściągają drewno. Kleje kostne (należące do grupy klejów zwierzęcych) są podobne do skórnych. Ostatnio usiłowano podnieść wartość tych klejów przez dodatek formaliny, która zwiększa wodoodporność, punkt zmiękczenia i chroni przed pleśnieniem.

Reprezentantem tych klejów jest angielski produkt „Croid" wytwarzany przez firmę: The Improwed Liquid Glues Company Ltd, o następujących własnościach mechanicznych:

Tabela 1.

Lp.	Nr próbki	F cm^2	P kg	% zerwania przez drewno	Kt kg/cm^2	Uwagi
1	1-a	20,8	2 110	100%	101,4	Bukowe
2	1-b	20,8	2 020	80%	97,0	
3	1-c	20,8	1 710	20%	82,2	
4	2-a	20,8	1 955	70%	94,0	Sosnowe
5	2-b	20,8	2 080	70%	100,0	
6	2-c	20,8	1 885	50%	97,3	

Uwaga: Wszystkie próbki heblowane gładko.

Inna grupa klejów to albumina. Znajduje się w handlu również w formie proszku otrzymanego przez odtłuszczenie krwi i suszenie w próżni. Sklejka albuminowa ma dość dużą wytrzymałość na ścinanie i posiada wysoką wodoodporność. Jednak klej ten starzeje się szybko, a co najgorsze łatwo jest atakowany przez pleśniaki. Prócz tego posiada bardzo nieprzyjemną woń. Wobec tych wad nie znalazła albumina zastosowania w lotnictwie, a jedynie służy do klejenia dykt handlowych i dla tego celu jest bardzo rozpowszechniona w Finlandii i Rosji.

Już kleje kazeinowe zajmują całkiem poważne miejsce w przemyśle lotniczym. Sam klej jest mieszaniną czystej (odtłuszczonej i uwolnionej od białka) kazeiny i wapna. Wykazuje on stosunkowo wysoką odporność na wodę i ma dużą wytrzymałość na ścinanie (ok. 95 kg/cm^2). W pracy war-

sztatowej kleje kazeinowe są dość uciążliwe, gdyż ich charakter alkaliczny niszczy skórę, tak że dla ochrony należy stosować gumowe rękawice.

W Polsce nie produkuje się kazeiny tak czystej, by była zdatna do wyrobu kleju, w tym względzie przodują Holandia, Francja, Argentyna i Dania.

Przy dłuższym działaniu wilgoci sklejenia kazeinowe ulegają rozluźnieniu, tak samo długie moczenie w wodzie (3—4 mies.) powoduje rozklejanie się warstw drewna.

Przed klejeniem musi być drewno odpowiednio „preparowane". Przede wszystkim wilgotność nie może przekraczać 9%, gdyż wyższy procent wody znacznie przedłuża czas klejenia, bo woda dostawszy się głęboko w drewno nie ma możności szybkiego wyparowania. Schnięcie klejonych części odbywa się pod bardzo znacznym dociskiem, więc duża zawartość wody mogłaby przy tym spęczniałe drewno zupełnie zdeformować.

Klejenie podłużnic wymaga specjalnej precyzji.

Drewno suche (do 9% wilgotności) hebluje się gładko, następnie czyści się starannie zębakiem powierzchnię chropowatą i usuwa się mechaniczne zanieczyszczynia. Następnie nakłada się klej i po kilku minutach obie warstwy drewna składa pod dociskiem śrubościsków z siłą 15—20 kg/cm². Po 24 godz. poddaje się dalszej obróbce wyłącznie z szerokości, ażeby usunąć wyciśnięty klej, który na powietrzu skamieniał i przeto częściowo utrudnia wyparowanie wody z wnętrza drewna. Teraz pozostawia się podłużnice na przeciąg 2—3 tygodni w temperaturze 15—20° C celem wyparowania wody do ok. 10—11% zawartości.

Stosowanie kleju kazeinowego posiada pewne niedogodności, przede wszystkim narzędzia stolarskie szybko zużywają się, a pędzle — na skutek dużej alkaliczności kleju — ulegają bardzo szybko zniszczeniu. Przyrządzanie kleju odbywa się w ten sposób, że rozrabia się go z wodą w stosunku objętościowym 1:1, następnie po 20 min., gdy trochę zgęstnieje można go użyć. Jednorazowo przygotowany klej używać można nie dłużej jak 6 godzin. Dla rozrabiania kleju stosuje się naczynia emaliowane lub najlepiej drewniane.

Klejenie sklejek bakelitowych klejem kazeinowym.

Wyodrębnić w tym punkcie należy:

1. Klejenie sklejki ze sklejką,
2. „ „ z drzewem.

W obu wypadkach powierzchnie sklejki i drzewa przed sklejeniem uczynić należy chropowatymi przy pomocy papieru szmerglowego, ewentualnie przeznaczonego do tego celu ząbkowanego noża i oczyścić z zanieczyszczeń mechanicznych, nie dotykając palcami ani przedmiotami tłustymi. Ząbkowanie odbywać się winno równolegle do włókien. Sklejkę ząbkuje się dość oględnie, gdyż odkrycie większej ilości bakelitu powoduje to, że przy zetknięciu powierzchnie słabo sklejają się. Sklejek cienkich ząbkować nie należy, wystarczy uczynić je chropowatymi szmerglem, nie naruszając włókien drzewnych.

Klejenie sklejki ze sklejką jest dwojakie:

a) na skos,

b) na zakładkę.

Przygotowanie powierzchni do sklejania jak wyżej. Długość fazy (skosu) zależna jest od grubości sklejki i tak:

Tabela 2.

grubość sklejki m/m	długość fazy m/m	Uwaga
do 2	15 e	
od 2 do 3	12 e	e = grubość sklejki
od 3 wzwyż	10 e	

Ostatnią okleinę sklejki na krawędzi fazy zcieniać należy tylko do połowy.

Sposób klejenia.

Powierzchnie przygotowane do sklejenia pokrywa się klejem, po czym składa pod dociskiem śrubościsków z siłą równą ok. 15 kg/cm². Przy gatunkach drzew twardych stosuje się docisk większy. Sam proces klejenia winien odbywać się w pomieszczeniach czystych bez kurzu, w temperaturze 15 do 20° C i wilgotności powietrza ok. 70%. Po 24 godz. można przejść do dalszej obróbki.

Przy łączeniu sklejki ze sklejką obie powierzchnie smaruje się klejem rozcieńczonym wodą dwu lub trzykrotnie (tzw. pojenie) — po wyschnięciu starannie ząbkuje, oczyszczając jednocześnie od mechanicznych zanieczyszczeń, po czym skleja się. Ujemną stroną pojenia jest to, że materiał staje się bardziej wilgotnym i w różnych temperaturach nie są wykluczone zmiany objętościowe. Dlatego też części pojone należy dostatecznie podsuszać. Niekiedy pojenia winno się zaniechać np. przy sklejce olszowej cienkiej — po wyschnięciu bowiem staje się krucha tracąc większość swej wytrzymałości.

Bilansując całokształt zalet i wad klejów kazeinowych, te pierwsze przeważyły szalę i przy odpowiedniej precyzji w zastosowaniu znalazły wzięcie w lotnictwie.

Były próby mieszania klejów skórnych z kazeinowymi, nie udały się jednak, w powstałej bowiem mieszaninie odzwierciedliło się więcej ujemnych niż dodatnich właściwości obu klejów.

Przedstawicielem grupy klejów kazeinowych jest klej „Certus“ produkowany na zasadzie licencji zagranicznej „Casolin“.

Tabela 3 podaje wyniki wytrzymałościowe klejów kazeinowych.

Tabela 3.

Lp.	Nr próbki	F cm²	P kg	% zerwania przez drewno	Kt kg/cm²	Kt śred. maks. kg/cm²
1	1	24	1 890	70%	78,7	
2	1	„	1 900	25%	79,2	80,9
3	1	„	2 040	20%	85,0	
4	2	„	2 400	75%	100,0	
5	2	„	2 220	65%	92,5	96,7
6	2	„	2 320	90%	97,6	
7	3	„	2 320	70%	96,0	
8	3	„	2 280	85%	95,1	93,7
9	3	„	2 160	80%	80,0	
10	4	„	2 090	75%	87,0	
11	4	„	1 750	100%	72,3	103,0
12	4	„	2 470	80%	103,0	

Lp.	Oznaczenie	F cm²	P kg	% zerwania przez drewno	Kt kg/cm²	Kt śred. maks. kg/cm²
1	1	24	2 330	15%	97,0	
2	1	„	2 350	20%	97,8	96,6
3	1	„	2 280	45%	95,0	
4	2	„	2 150	45%	89,5	
5	2	„	2 220	45%	92,5	93,2
6	2	„	2 340	25%	97,5	

Piątą grupę klejów stanowią kleje syntetyczne, do których należą kleje bakelitowe, Kaurit oraz Cohesan.

Bakelit znalazł zastosowanie w produkcji sklejki lotniczej wyłącznie przy klejeniu na gorąco w temperaturze do 260° C i pod ciśnieniem do 300 atm.

Bakelit zawierając fenol i formaldehyd doskonale impregnuje drzewo, czyniąc je odpornym na toczenie przez robaki oraz gnicie.

Bakelit produkuje się w formie cienkich arkuszy, nałożonych obustronnie na cienki papier. Sklejkę lotniczą o budowie trój i wielowarstwowej produkuje się w różnych grubościach. Poszczególne okleiny ułożone są wobec siebie w ten sposób, że włókna następnej przebiegają prostopadle do poprzedniej, przy czym przekładane są nawzajem arkuszami bakelitu. Sklejkę prasuje się w prasie hydraulicznej; zależnie od grubości, temperatury, ciśnienia zmienia się czas prasowania.

Sam proces klejenia sklejki poprzedzony jest klimatyzacją poszczególnych fornierów, z których sklejka ma być zbudowana. W przeciwnym wypadku arkusze sklejki skleją się bardzo słabo, a wytrzymałość ich na ścinanie zejdzie do minimum.

Sklejka klejona bakelitem technicznie stanowi pierwszorzędny materiał konstrukcyjny w lotnictwie. Wysoka wytrzymałość sklejki na rozrywanie, ścinanie, duża sprężystość oraz giętkość stawiają ją na wysokim poziomie w dziedzinie uszlachetnienia drewna.

Bakelit nadaje sklejce wybitną nadodporność. Moczona w wodzie zimnej w ciągu 24 godz. potem gotowana w ciągu 6 godzin i wysuszona do wilgotności normalnej dała wyniki w czasie badań wytrzymałościowych zupełnie zgodne z wynikami otrzymanymi przed moczeniem i gotowaniem; przy badaniach wytrzymałościowych na ścinanie próbki zcinały się bardzo dobrze, nie przez powierzchnię kleju, lecz przez drewno. Sklejkę użytą na wszelkiego rodzaju pokrycia, opływy i inne konstrukcje lotnicze, należy lakierować, zabezpieczając ją w ten sposób przed wilgocią. Sklejka bakelitowa trudno nasiąka wodą, ale równocześnie wilgotna z trudem ją traci. Niezrównaną zaletą sklejki bakelitowej w lotnictwie jest możliwość łatwego wyginania jej pod parą w dwóch płaszczyznach, w kształcie czaszy.

Jak widzimy bakelit ma duże zastosowanie w lotnictwie, ale wyłącznie tam, gdzie klejenie odbywa się na gorąco. Jeżeli weźmiemy pod uwagę możliwości warsztatowe, gdzie klejenie musi odbywać się na zimno, bakelit zastosowania w lotnictwie nie znalazł.

Tabela 4 podaje wytrzymałości sklejki bakelitowej na rozrywanie. Wytrzymałość na rozrywanie w kierunku skośnym charakteryzuje jakość sklejenia poszczególnych oklein sklejki.

Tabela 4.

W kierunku			Uwagi
podłużnym Rr1 kg/cm²	poprzecznym Rr2 kg/cm²	skośnym Rr3 kg/cm²	
ok. 850	ok. 650	ok. 420	często Rr1 = Rr2

Produkcją sklejki bakelitowej lotniczej w Polsce zajmuje się fabryka Bci Konopackich w Mostach.

Do grupy klejów syntetycznych zalicza się również i „Kaurit“ produkowany przez koncern I. G. Farbenindustrie. Kaurit znajduje zastosowanie w klejeniu na gorąco w ogrzewanych prasach i na zimno. Kaurit jest produktem kondensacji mocz-

nika z formaldehydem — służy głównie do klejenia drzewa. Kleju kauritowego nie używa się samego przez się, ale w połączeniu z utrwalaczami.

Sposób klejenia na gorąco.

W zależności od tego, czy wymagana jest odporność na wodę zimną czy na gorącą, stosowane są różne utrwalacze.

Rozprowadzania kleju dokonuje się wyłącznie po jednej stronie powierzchni przeznaczonych do sklejania za pomocą specjalnych walców, drugą stronę smaruje się utrwalaczem.

Zużycie kleju kauritowego na 1 m^2 waha się od 90 do 120 g.

Zdarza się niekiedy, że pożądana jest grubsza warstwa kleju, zwłaszcza przy powierzchniach miękkich lub bardzo chropowatych — wówczas do kleju dodaje się nieco substancji wypełniającej tzw. Lenzinu, która posiada te same własności co klej. Konsystencję kleju można zmieniać przez dodanie niewielkiej ilości wody, nie jest to wprawdzie wskazane, ale w pewnych wypadkach stosuje się. Prasowanie odbywa się w prasie ogrzewanej do temperatury 100° C i pod ciśnieniem od 3 atm. w zwyż. Czas prasowania zależy od grubości warstwy drzewa, od rodzaju utrwalacza i od temperatury. Przy klejeniu bakelitem forniery musiały przejść proces klimatyzacji zanim zostały sklejone, w tym wypadku natomiast proces ten możemy pominąć lub zredukować do minimum, albowiem klejenie klejem kauritowym nie jest zależne od odpowiedniej wilgotności drewna.

W warunkach warsztatowych klejenie klejem kauritowym na gorąco zastosowania nie znajduje.

Klejenie na zimno.

Przy tym sposobie klejenia Kauritu używa się również w połączeniu z utrwalaczami.

Są dwa utrwalacze:

1. utrwalacz zabarwiony na czerwono
2. „ „ „ niebiesko

Pierwszy przy zetknięciu powierzchni wiąże bardzo szybko do 15 minut, drugi dłużej, do 45 minut. Utrwalacze są silnie barwione, by robotnik na warsztacie nie pomylił się w użyciu.

Przygotowanie utrwalacza.

Do 100 części utrwalacza czerwonego dodaje się 5 części spirytusu (alkoholu etylowego) — całość miesza i umieszcza w hermetycznie zamykanym naczyniu.

Powierzchnie przeznaczone do klejenia należy uczynić chropowatymi — sklejkę papierem szmerglowym, drzewo zębakiem — po czym oczyścić z zanieczyszczeń mechanicznych. Jedną powierzchnię powlekamy czerwonym utrwalaczem pozwalając wyschnąć mu przez kilka godzin. Drzewo pokryte utrwalaczem może schnąć dowolnie długo, nasmarowanie przeto na zapas części przeznaczonych do klejenia jest rzeczą wskazaną. Drugą powierzchnię pokrywamy klejem, po czym obie łączymy i nie później jak w ciągu 15 minut winny znaleźć się pod prasą z dociskiem 20 do 25 kg/cm^2.

Czas trwania sklejonych warstw drzewa w docisku, zależnie od temperatury wynosi przeciętnie 2 godz. po czym poddajemy je dalszej obróbce. Końcową fazę wytrzymałości sklejone części uzyskują po 24 godzinach, jednak już po 2 godzinach możemy je obrabiać.

Podobnie jak czerwony przygotowuje się utrwalacz niebieski. Sposób klejenia jest ten sam, z tą różnicą, że złożenie powierzchni sklejonych w docisku daje się przedłużyć do 45 minut. Utrwalacz niebieski stosuje się głównie przy klejeniu na gorąco. Czas trwania docisku w temperaturze od 20° C do 25° C 4 do 6 godzin, przy temperaturach niższych odpowiednio dłuższy. Ostateczną formę wytrzymałościową części sklejonych uzyskuje się po 2 lub 3 dniach.

Jeżeli chodzi o łączenie sklejki ze sklejką na skos, sposób postępowania jak wyżej. Dopuszczalną również rzeczą jest mieszanie utrwalacza bezpośrednio z klejem kauritowym i sklejanie warstw drzewa.

Klej kauritowy nie jest alkaliczny, dlatego nie barwi drzewa, nie uszkadza włókien drzewnych, pędzli ani narzędzi przy obróbce. Sklejenia są wybitnie wodoodporne, pleśń nie wywiera na nie żadnego wpływu, wytrzymałe są na zmienne warunki atmosferyczne oraz zmiany temperatur. W przeciwieństwie do klejów kazeinowych klej kauritowy nie tworzy zamkniętej, nieprzepuszczalnej zapory między warstwami drzewa. Skleina przedstawia się jako stwardniała mikroporowata powierzchnia kleju, przepuszczająca powietrze i wilgoć. Na skutek tego wykluczone stają się pęcznienia przy wilgotnym, względnie kurczenia przy suchym powietrzu, a tym samym szkodliwe tarcia i naprężenia pomiędzy poszczególnymi warstwami sklejonego drzewa. Oprócz tego przy procesie „schnięcia" Kaurit prawie że nie zmienia swej objętości, w przeciwieństwie do wszelkich innych klejów. Klej kauritowy jest bardzo czuły na wyższe temperatury i dlatego przechowywać go należy w miejscach chłodnych. Jako płyn winien być przechowywany w naczyniach szklanych, kamiennych emaliowanych lub z białej blachy. Wytrzymałościowo stoi na wysokim poziomie.

Przeprowadzone były próby na ścinanie drzewa klejonego Kauritem i klejem kazeinowym. Wyniki badań wypadły z korzyścią dla kleju kauritowego. Załączona tabela charakteryzuje stosunki wytrzymałościowe na ścinanie Kauritu i kleju kazeinowego.

Tabela 5.

Ilość dni moczenia w wodzie	Wytrzymałość R_t kg/cm²	
	Kaurit	klej kazeinowy
R_t początkowa	124	100
10	72,6	16,8
49	71,6	8
112	58	warstwy rozpadły się

W porównaniu do innych używanych klejów wciągnięta przez drzewo ilość wody zawartej w kleju kauritowym jest tak niewielka (ok. 40 g/m²), że praktycznie nie bierze się jej pod uwagę; stanowi to bardzo poważny atut stawiający Kaurit przed innymi klejami.

Do tej grupy klejów zaliczyć należy również nowy, będący w próbach klej tzw. „Cohesan“ produkcji I. G. Farbenindustrie, służący do sklejania drzewa z duralem. Jeśli próby wypadną pomyślnie, znajdzie niewątpliwie duże zastosowanie w lotnictwie.

Bilansując badania nad klejem kauritowym dochodzimy do wniosku, że wysokie wartości predysponują go na pierwsze miejsce przed innymi klejami, a kwalifikacje warsztatowe dla potrzeb lotnictwa są wystarczające.

Dr JERZY POCHWALSKI

Krajowe tworzywa drzewne ulepszone

Dla konstrukcji lotniczych drzewo jest tworzywem, które w porównaniu z innymi tworzywami posiada bardzo wiele zalet, w szczególności zaś tę, że przy stosunkowo dużej wytrzymałości mechanicznej posiada jednocześnie niski ciężar właściwy. Łatwy i dogodny sposób klejenia stanowi dalszą jego zaletę, specjalnie w tym wypadku cenną.

Mimo to zastosowanie drzewa do budowy samolotów w okresie powojennym ustępuje w wielu wypadkach konstrukcjom metalowym z zastosowaniem metali lekkich. Metale jako materiał jednorodny nie wykazują takich odchyleń we własnościach, jakim podlega drewno, a które występować mogą w sposób szczególnie nieprzyjemny w konstrukcjach lotniczych. Źródłem tych odchyleń jest nierównomierność struktury drzewnej spowodowana nierównym rozrostem i w związku z tym dużymi wahaniami we własnościach wytrzymałościowych, zależnych także w pewnym stopniu od stanu wilgotności. Nawet przez najstaranniejszy dobór materiału odchylenia te nie dadzą się nigdy usunąć całkowicie.

W Polsce nie posiadającej własnej wytwórczości metali lekkich, w szczególności glinu, drewno stanowi nadal jedyne krajowe tworzywo dla budownictwa samolotowego. To też wszelkie metody zdążające do przetwarzania drzewa na tworzywa drzewne ulepszone winny w warunkach naszych znaleźć jak największe poparcie i jak największe rozpowszechnienie.

Podstawą wszelkich tego rodzaju metod jest produkcja rozmaitego rodzaju sklejek i dykt.

Sklejki i dykty w ogólności przygotowywane są dwoma zasadniczymi sposobami — przez klejenie na zimno lub przez klejenie na gorąco. W pierwszym wypadku pokrywa się obydwie strony warstw wewnętrznych klejem, układa poszczególne warstwy jedną na drugą i umieszcza je pod prasą, pozostawiając je pod ciśnieniem kilka lub nawet kilkanaście godzin. Po wyjęciu z prasy sklejka musi być suszona. Przy prasowaniu na gorąco sklejanie i suszenie odbywa się jednocześnie pomiędzy płytami grzejnymi prasy.

Ten sposób pracy nie może być normalnie stosowany w wypadku użycia klejów gorszego gatunku. Używa się go natomiast wówczas, jeśli klej zastosowany wymaga działania ciepła, co ma miejsce np. przy klejach na podstawie żywic fenolowych oraz przy klejach glutynowych, klejach kazeinowych i albuminowych używanych do wyrobu dykty.

Dykta składa się przeważnie z 3, 5, 7 lub więcej arkuszy drzewa.

Przed ukazaniem się klejów na podstawie żywic fenolowych stosowane były do wyrobu dykty wyłącznie kleje pochodzenia zwierzęcego lub roślinnego. Substancje te posiadają jednak poważne wady, nie są bowiem nieprzepuszczalne i nierozpuszczalne i nie są dlatego dostatecznie odporne na działanie wilgoci a także na pleśń, co stanowi poważną przeszkodę dla ogólniejszego zastosowania dykty, a zwłaszcza do zastosowania jej w lotnictwie.

Postępy osiągnięte w dziedzinie fabrykacji żywic fenolowo-formaldehydowych umożliwiły za-

stosowanie żywic tego typu jako klejów przy wyrobie dykty. Początkowo powzięto myśl bezpośredniego stosowania tych żywic jako kleju jednakże dość trudne warunki ich użycia stanowiły przeszkodę dla rozpowszechnienia się tej nowej techniki klejenia. W następstwie próbowano zastosować żywice fenolowe w postaci emulsji lub też pod postacią roztworów alkoholowych, przy czym rozpuszczalnik ten odparowywał przed przystąpieniem do właściwego sklejania. Taki sposób postępowania był zbyt kosztowny a z drugiej strony roztwór alkoholowy przenikał dość głęboko w drewno, powodując przebicia i nadmierne zużycie kleiwa. Wreszcie próbowano także zastosowania żywicy w postaci drobno sproszkowanej, przy czym arkusze drzewa zwilżano alkoholem i pokrywano następnie proszkiem żywicznym, co wymagało specjalnej aparatury dla równomiernego rozpościerania proszku na arkuszach drzewnych.

Najnowocześniejszym i bezwzględnie najdoskonalszym sposobem stosowania klejów na podstawie żywic fenolowo-formaldehydowych jest użycie ich w postaci cienkiej błony klejącej. Ta błona klejąca posiada grubość 0,07 mm i składa się z cienkiego nośnika nasyconego żywicą syntetyczną specjalnego gatunku.

Jej działanie klejące polega na tym, że żywica sporządzona z fenolu (krezolu) i formaldehydu przemienia się pod wpływem podwyższonej temperatury przy działaniu ciśnienia w masę nietopliwą i nierozpuszczalną, przechodząc uprzednio przez stadium plastyczne.

Błona klejąca dostarczana jest w rolach zawierających ok. 1 200 mb, nawiniętych tak jak papier i dostarczanych w każdej wymaganej szerokości aż do 180 cm i obliczanych w m^2.

Zużycie tego kleiwa jest nadzwyczaj równomierne, gdyż na każdy m^2 powierzchni klejonej stosuje się 1 m^2 błony klejącej.

Korzyści tego sposobu klejenia polegają na nadzwyczajnej czystości pracy i wspomnianej już równomierności warstwy klejącej. Ten doskonale równomierny rozdział kleju umożliwia stosowanie prostych sposobów postępowania bez niebezpieczeństwa tworzenia się tak niemiłych w swych skutkach „gniazd klejowych".

Wygoda, z jaką przeprowadzać można fornirowanie, łatwość przykrawania błony przy zastosowaniu środków najprostszych, możność układania stosów z mających ulec sklejeniu arkuszy drzewnych wraz z przynależnymi do nich warstwami błony w celu późniejszego ich sklejenia stanowią dalszą korzyść, umożliwiającą ekonomię w wyzyskaniu maszyn oraz płynność i ciągłość roboty.

Nieobecność płynów, a zwłaszcza wody jak i w ogóle wszelkiej wilgoci uniemożliwia przykre przebijanie kleju nawet przy najcieńszych i porowatych fornirach szlachetnych.

Klejenie warstw wewnętrznych i nakładanie warstw wierzchnich w wypadku zastosowania błony klejącej może być połączone w jedną czynność, przy czym zastosowana może być dowolna ilość poszczególnych warstw.

Warunkiem koniecznym przy stosowaniu błony klejącej jest natomiast dokładne zachowanie potrzebnego stanu wilgotności klejonego drzewa i zachowanie równomiernej grubości fornirów. Miejsca złego sklejenia, które spowodowane być mogą przez różnice w grubości lub nierówności powierzchni, są trudne do naprawienia.

Przestrzeganie równomiernej grubości fornirów jest zresztą korzystne ze względu na zmniejszenie zużycia materiałów także i przy zastosowaniu innego rodzaju klejów; przy stosowaniu błony klejącej jest ono bezwzględnie konieczne.

Jeśli przestrzega się przepisanej wilgotności, wówczas potrzebna do sklejania błon wysoka temperatura nie szkodzi nawet najbardziej wrażliwym gatunkom drzewa.

Nakładanie kleju w wypadku stosowania błony klejącej polega poprostu na nałożeniu odpowiednio przyciętego kawałka błony pomiędzy mające ulec sklejeniu powierzchnie. Drzewo, które ma być fornirowane, winno wykazywać zawartość wilgoci od 6—8%, fornir od 8—12%. Wyższa zawartość wilgoci, specjalnie warstw wewnętrznych wywołać może sfalowanie, tak samo zresztą jak i przy stosowaniu klejów mokrych.

Prasa stosowana do fornirowania wywierać musi ciśnienie równomierne na stałej powierzchni, wynoszące od 6—12 kg/cm^2; musi to więc być prasa hydrauliczna, zaopatrzona w stalowe płyty ogrzewalne, gdyż dla klejenia błoną konieczna jest temperatura 130—135°. Wysokość ciśnienia zależna jest od rodzaju drzewa. W wypadku klejenia kilku gatunków drzewa zastosowane musi być ciśnienie przepisane dla drzewa najmiększego, wchodzącego w skład dykty.

Wysokość ciśnienia wynosi:

dla świerku	6—10 kg/cm^2
dla topoli, olszy, sosny, gabunu .	6—12 kg/cm^2
dla kanadyjskiej brzozy	12—20 kg/cm^2
dla brzozy wschodnio-europejskiej i buku	15—25 kg/cm^2

Brzoza kanadyjska oraz wschodnio-europejska nie wchodzą w rachubę przy fornirowaniu dykt meblowych. Wyższe ciśnienie konieczne dla tych gatunków drzewa stosowane jest natomiast przy wyrobie płyt i dykt dla celów lotniczych, do których właśnie drzewo to najlepiej się nadaje.

Czas prasowania zależny jest od grubości fornirów, po przez które przeniknąć musi ciepło płyty grzejnej. Liczy się na ogół czas minimalny 6 minut, dodając po jednej minucie na każdy milimetr grubości.

Do wyrobu dykt lotniczych można zastosować zamiast używanego przeważnie drzewa brzozowego także i drzewo bukowe. Drzewo bukowe sklejone błoną klejącą przewyższa pod względem wytrzymałości mechanicznej jak i wytrzymałości na wilgoć dyktę brzozową, o ile zostanie ono zastosowane w postaci dostatecznie cienkich fornirów.

W ostatnich czasach stosuje się w Niemczech sklejane błoną drzewo bukowe w budownictwie lotniczym także w miejscach, gdzie dotychczas stosowane było drzewo pełne, między innymi także do śmigieł. Do wyrobów takich skleja się większą ilość grubszych lub cieńszych fornirów za pomocą błony klejącej na grube deski.

Dla tego nowego tworzywa zbadany został wpływ grubości fornirów na wytrzymałość i własności elastyczne przy jednokierunkowym ułożeniu. Przy zmniejszającej się grubości fornirów wszystkie dane wytrzymałościowe wzrastają, przy konstrukcjach lekkich nie ma jednakże celu schodzić z grubością fornirów poniżej 0,5 mm, gdyż poniżej tej granicy przyrost na wadze spowodowany przez wyższą zawartość żywicy przewyższa wzrost wytrzymałości.

Przy odkształceniu elastycznym takie drewno warstwowe wykazuje większą sztywność od drzewa sosnowego. Przy większych obciążeniach materiał warstwowy odkształca się jednak plastycznie stosunkowo silnie. Plastyczność płyt wzrasta ponadto wraz z ilością warstw na jednostkę grubości.

Własności materiału sklejanego są bez porównania równomierniejsze od drzewa pełnego, przy którym musi się zawsze liczyć z dużymi różnicami wytrzymałościowymi.

Własnościami tego warstwowego tworzywa drzewnego zajmował się w ostatnich czasach dokładnie Instytut dla Badania Własności Tworzyw, niemieckiego Zakładu Badawczego dla Lotnictwa. Prace tego instytutu ogłoszone zostały w roku 1937, w roczniku niemieckich badań lotniczych [1]).

Przy łączeniu warstw drewnianych błoną klejącą osiąga się daleko idące wyrównanie nierównomierności spowodowanych przez niejednostajny rozrost drzewa, gdyż działanie lokalnych błędów w drzewie, jak sęków, przerostów itp., zniwelowane zostaje przez dobór dostatecznie dużej ilości warstw poszczególnych oraz zwiększenie wytrzymałości spowodowane działaniem samej błony klejącej. W ten sposób stosując nawet drzewo nie najlepszej jakości, można osiągnąć wyniki przewyższające wielokrotnie własności nawet najlepszego gatunku i najstaranniej wybranego materiału drzewnego pełnego. Wysoka wytrzymałość na ściskanie i ścinanie, którą nadaje warstwowemu tworzywu drzewnemu błona klejąca, umożliwia przez odpowiedni dobór warstw dowolną regulację własności wytrzymałościowych materiału, które zmieniane być mogą także i kierunkowo przez układanie warstw włóknem równokierunkowo lub pod kątem. Przy tym sklejenia błoną są całkowicie odporne nie tylko na działanie wilgoci, na pleśń oraz wszelkie wpływy atmosferyczne, lecz wytrzymują nawet długotrwałe gotowanie w wodzie. Zdolność klejenia przez zastosowanie błony nie zostaje zmniejszona. Własności te czynią ze sklejek łączonych błoną klejącą materiał pierwszorzędnej jakości dla lotnictwa.

Błona klejąca jest wynalazkiem firmy Th. Goldschmidt A. G. w Essen, a wyrób firmie tej chroniony. Produkcja tego dla lotnictwa tak ważnego materiału podjęta będzie w Polsce na zasadzie licencji firmy Goldschmidt przez Lignozę S. A., która obecnie już prowadzi sprzedaż tego materiału, posiadając w tej dziedzinie przedstawicielstwo firmy Goldschmidt na rynku polskim.

[1]) W. Küch — Jahrbuch 1937 der deutschen Luftfahrtforschung S. 551.

Inż. EDWARD MIKOŁAJEWSKI

Wyroby gumowe w lotnictwie

Coraz bardziej wzmagający się rozwój lotnictwa, jaki obserwujemy dziś we wszystkich państwach przyczynił się do powstania całego szeregu nowych gałęzi przemysłu, a jednocześnie do rozwinięcia i udoskonalenia pewnych działów przemysłu już istniejącego.

Wśród tych ostatnich obserwujemy widoczny rozwój przemysłu gumowego i jego daleko posuniętą specjalizację oraz dostosowywanie się do wymagań bardzo surowych, jakie stawia lotnictwo wyrobom gumowym.

Wyroby gumowe znajdują szerokie zastosowanie w lotnictwie silnikowym, balonowym oraz w przemyśle samochodowym dzięki swym własnościom, spośród których należy wymienić elastyczność tj. zdolność do łatwej zmiany swej postaci pod działaniem różnych sił zewnętrznych jak np. przy rozciąganiu, ściskaniu, zginaniu, skręcaniu).

Drugą ważną cechą gumy jest nieprzenikliwość, dzięki której znajduje zastosowanie do wyrobu sterowców, balonów, dętek itp. przedmiotów.

W lotnictwie guma znajduje dość różnorodne zastosowanie jak np.:

1. do uszczelniania przewodów paliwowych, olejowych, wodnych (w wypadku stosowania chłodzenia wodnego),

2. do amortyzowania wstrząsów i zmniejszenia drgań powstających przy starcie i lądowaniu, a w szczególności do amortyzacji podwozia i płozy ogonowej. Znajduje również zastosowanie do wyrobu podkładek do przyrządów nawigacyjnych, podkładek silnikowych, dętek, opon itp.

3. Jako izolator w postaci rurki otaczającej przewody elektryczne oraz jako poszczególne części ebonitowe o różnym przeznaczeniu.

Surowce do wyrobów gumowych.

Głównym surowcem do wyrobu gumy jest kauczuk otrzymywany z soku roślinnego tzw. lateksu. Lateks poddaje się koagulacji, a następnie suszeniu oraz wędzeniu dymem z drzewa kokosowego otrzymany produkt znany jest w handlu pod nazwą kauczuku naturalnego o różnych własnościach w zależności od sposobu koagulacji oraz jego dalszej przeróbki.

Kauczuk rozdrobniony wymieszany z dodatkiem siarki na specjalnych maszynach daje nam produkt nazywany gumą surową, z której przez nadanie jej odpowiedniej formy, a następnie ogrzewanie w temperaturze ok. 141° C otrzymujemy gotowy wyrób gumowy tzw. zwulkanizowany, odznaczający się zupełnie innymi własnościami fizycznymi, chemicznymi oraz technologicznymi od czystego kauczuku.

Wyroby gumowe przygotowane z czystego kauczuku i siarki posiadałyby dość ograniczony zakres zastosowania ze względu na brak wielu własności technologicznych, jakie stawiane są wyrobom gumowym w różnych dziedzinach ich zastosowania. Przy zmianie procentowego składu siarki zmieniają się własności wyrobów gumowych, ale tylko w zakresie ich większej lub mniejszej elastyczności. I tak wyroby gumowe zawierające do 10% siarki znane są jako gumy miękkie, wyroby o zawartości siarki od 10—20% — jako gumy twarde, a o zawartości powyżej 20% do 50% siarki — jako ebonity.

Zwulkanizowany kauczuk uzyskuje cały szereg cennych własności jak: zwiększenie własności wytrzymałościowych, elastyczności, rozciągliwości itp. Wprowadzając do mieszaniny kauczuku i siarki różne inne ciała można jej nadać ściśle określone własności odpowiednio do przeznaczenia. Jako przykład można przytoczyć, że gumę o dużej odporności na zrywanie z jednoczesnym dużym wydłużeniem otrzymuje się przez dodanie ok. 5% tlenku cynku.

Na ogół dodatki stosowane do wyrobów gumowych nadają im różne własności. Dlatego też w zależności od powodowanych zmian można podzielić je na:

a) ciała barwiące (barwniki),
b) ciała zmiękczające (zmiękczacze).
c) napełniacze,
d) wzmacniacze,
e) przyspieszacze,
f) antyutleniacze.

Podział ten nie jest ani ścisły ani wyczerpujący. Spotykamy ciała, które mogą spełniać rolę ciał barwiących, a jednocześnie być wzmacniaczami i przyspieszaczami, jak np. glejta.

Wyroby gumowe stosowane w lotnictwie służą jako:

I. Amortyzatory sznurowe, płatowcowe. Amortyzatory płatowcowe składają się z rdzenia złożonego z poszczególnych nitek gumowych o przekroju kwadratowym oraz oplotu wewnętrznego i zewnętrznego. Obydwa oploty wykonane są z przędzy bawełnianej. Oplot wewnętrzny wykonany jest z białych miękkich nici, zewnętrzny zaś z gładzonych czarnych. W oplot wewnętrzny i zewnętrzny wplecione są nici lub pasma kolorowe, które określają umownie miesiąc i rok wykonania amortyzatora.

Ze względu na swe przeznaczenie amortyzatorom stawiamy dość wysokie wymagania pod względem wytrzymałościowych własności rozciągliwości oraz odporności na starzenie. Wartości liczbowe tych własności są zależne od grubości amortyzatora i mogą się zmieniać w miarę potrzeb i postępów w technice ich wykonania.

II. Amortyzatory sznurowe, spadochronowe. Amortyzator spadochronowy prócz swego przeznaczenia, jak wynika z samej nazwy, znajduje również zastosowanie do podwieszania przyrządów pokładowych. Składa się on z rdzenia gumowego, złożonego z pojedyńczych nitek oraz oplotu bawełnianego, wykonanego z miękkich nici barwy ochronnej (khaki), przeplatanego nitkami kolorowymi, oznaczającymi rok (linia śrubowa prawoskrętna) i miesiąc (linia śrubowa lewoskrętna) wykonania.

Wymagania stawiane amortyzatorom spadochronowym są analogiczne do wymagań dla amortyzatorów płatowcowych, różnią się jedynie liczbowo ze względu na różnicę wymiarów (grubość). Jak pierwsze tak i te ostatnie wymagają użycia jak najlepszych surowców oraz umiejętnego wykonania.

III. Amortyzatory sznurowe, balonowe. Amortyzator balonowy jest pod względem budowy bardzo podobny do amortyzatora spadochronowego. Różni się od tego ostatniego jedynie wymiarami (grubość) oraz wykonaniem oplotu. Charakter wymagań stawianych amortyzatorom balonowym jest taki sam, jak i u poprzednio omawianych.

IV. Krążki gumowe amortyzujące. Krążek gumowy amortyzujący składa się z właściwego krążka gumowego oraz pierścienia prowadzącego, wykonanego z lekkiego stopu o wysokiej wytrzymałości (Dural, Alupolon). Wymagania, jakie stawiane są krążkom gumowym amortyzującym dotyczą ich elastyczności, odporności na starzenie oraz dużej odporności na działanie niskich temperatur (guma niezamarzająca w temperaturze — 25° C). Elastyczność krążka określona jest wielkością jego ugięcia pod danym obciążeniem oraz zdolnością odzyskiwania swego pierwotnego wymiaru po upływie określonego czasu.

V. Dętki lotnicze. Dętka lotnicza swym kształtem przypomina dętkę samochodową. Różni się od niej tylko wymiarami. Wymagania stawiane dętkom lotniczym dotyczą: własności wytrzymałościowych, sprężystości, wydłużenia, odporności na starzenie oraz nieprzepuszczalności powietrza. Wymagania stawiane dętkom są bardzo wysokie, co jest zupełnie uzasadnione ze względu na ich przeznaczenie. Dlatego też do ich wyrobu należy używać surowców (a przede wszystkim kauczuku) w najlepszym gatunku.

VI. Opony lotnicze. Opony lotnicze podobnie jak dętki swą budową bardzo przypominają opony samochodowe. W budowie opon lotniczych rozróżniamy:

1. osnowę sznurową, która przejmuje ciśnienie,
2. nawierzchnię gumową, która wiąże i osłania osnowę,
3. część bieżną, która ma na celu wzmocnienie nawierzchni oraz
4. pierścienie druciane w obrzeżach, które ustalają długość obrzeży i zapobiegają wyskoczeniu opony z obręczy.

Pierścienie druciane stosowane są nie do wszystkich opon.

Osnowa sznurowa wykonana jest z czterech warstw sznurów bawełnianych w kierunkach naprzemian krzyżujących się pod kątem 90°. Każda warstwa składa się z ułożonych obok siebie sznurów nietkanych, przeplecionych za pomocą cienkich niteczek. Ma to na celu zabezpieczenie tworzywa gumowego przed niszczeniem go w momencie silnego odkształcenia.

Nawierzchnia i część bieżna winny być wykonane z najlepszego gatunku kauczuku z dodatkiem siarki i innych składników, które nadają jej specjalne własności jak: dużą wytrzymałość na rozerwanie, dość dużą twardość, odporność na starzenie i ścieranie. Tę ostatnią własność uzyskuje się przez dodanie dobrej sadzy lampowej. Pierścienie druciane są wykonane z liny stalowej 7-mio żyłowej.

Z główniejszych badań, którym poddajemy opony, należy wymienić:

a) próbę na spłaszczenie,

b) próbę na ciśnienie,

c) próbę wytrzymałościową na rozrywanie i sprężystość nawierzchni gumowej i części bieżnej,

d) próbę wytrzymałości na oddzieranie nawierzchni gumowej,

e) próbę odporności na starzenie nawierzchni gumowej,

f) próbę wytrzymałości na rozrywanie pierścienia drucianego.

W zależności od wymiarów opon i ich przeznaczenia wielkości liczbowe wyników wykonanych prób są różne. Warunki techniczne stawiają tu pewną granicę wartości dolnych i górnych, których przekroczyć nie można.

VII. Węże gumowe na złącza przewodów paliwowych i smarowych. Wyroby te wykonane są z mieszaniny kauczuku, siarki i produktu syntetycznego „Thiokolu" o sumarycznym wrorze $(C_2H_4S_4)x$.

Składowymi częściami wężów gumowych są: warstwa zewnętrzna, warstwa wewnętrzna i przekładki. Warstwę wewnętrzną owija się kilkakrotnie (spiralnie) tkaniną bawełnianą, impregnowaną gumą, wyciętą ze sztuki ukośnie pod kątem 45°. Na ostatnią warstwę tkaniny nałożona jest zewnętrzna warstwa gumy czarnej.

Węże gumowe poddaje się badaniom w celu oznaczenia:

a) elastyczności,

b) odporności na starzenie,

c) odporności na rozpuszczalność w benzolu, benzynie, mieszankach paliwowych oraz oleju lotniczym.

Odporność wężów gumowych na rozpuszczalność w paliwach i olejach uwarunkowana jest obecnością Thiokolu. Wszelkie inne dotychczas znane ciała uodporniają gumę przed rozpuszczeniem lub pęcznieniem w sposób niedostateczny.

Dziś w lotnictwie stosuje się złącza wyłącznie thiokolowe.

Prócz wymienionych wyrobów gumowych w lotnictwie stosowane są: uszczelki do zbiorników, podkładki i wiele innych wyrobów.

Z przedstawionego charakteru wymagań (w wąskim zakresie) stawianych wyrobom gumowym widać ich różnorodność i rozmaitość. Uwarunkowane jest to przede wszystkim gatunkiem

kauczuku, procentową zawartością siarki oraz dodatków wybitnie zmieniających charakter własności fizycznych i technologicznych.

W związku ze spotykanym na rynku w wielu państwach syntetycznym kauczukiem powstaje pytanie, czy kauczuk syntetyczny jest w stanie zastąpić kauczuk naturalny w wyrobach gumowych stosowanych w lotnictwie? Odpowiedź na to pytanie jest dość trudna z powodu braku ścisłych danych, dotyczących własności syntetycznego kauczuku jak i wyrobów z niego przygotowanych.

Wiadomości, które do nas dochodzą o kauczuku syntetycznym, niemieckim zw. „Buna", wskazują, że te wyroby pod pewnymi względami przewyższają wyroby z kauczuku naturalnego, ale pod innymi względami nie dorównują mu.

Wśród syntetycznego kauczuku niemieckiego znane są gatunki: Buna N — odznaczający się odpornością na rozpuszczalność w paliwach i olejach oraz na wysoką temperaturę; Buna S — w wyrobach gumowych nadaje im odporność na ścieranie; Buna 85 — stosowany do wyrobu ebonitów i Buna 115 — stosowany do wyrobu gum miękkich i twardych.

Wyroby gumowe z kauczuku Buna N i Buna S — pod względem własności wytrzymałościowych dorównują analogicznym wyrobom z kauczuku naturalnego, ustępują pod względem wydłużenia, odporniejsze są na tarcie i starzenie oraz odznaczają się dość dobrą elastycznością.

Zestawienie tych cech pozwala przypuszczać, że zastąpienie w lotnictwie kauczuku naturalnego produktem syntetycznym jest zupełnie możliwe.

Wyroby gumowe z kauczuku Buna 85 i Buna 115 odznaczają się gorszymi własnościami mechanicznymi od wyrobów gumowych z kauczuku naturalnego.

Brak wiadomości o własnościach polskiego sztucznego kauczuku tzw. „Keru„ uniemożliwia zrobienie zestawienia porównawczego. Można jednak mieć nadzieję, że nie będzie on zbytnio ustępował kauczukowi naturalnemu. Pozwoli to nam uniezależnić się od importowanego produktu, jeśli nie całkowicie, to przynajmniej w znacznym stopniu.

Inż. Techn. Z. WOJNICZ-SIANOŻĘCKI

O nauczaniu zasad obrony przeciwlotniczej w uczelniach akademickich

(Odczyt wygłoszony dnia 3 maja 1937 r. na I-szym Zjeździe Inżynierów Chemików w Warszawie).

Zabezpieczenie należytej wydajności pracy produkcyjnej w głębi kraju w przyszłych zmaganiach się zbrojnych państw i narodów jest niewątpliwie kardynalnym warunkiem możności wytrwania w wojnie i doprowadzenia jej do zwycięstwa.

Napady lotnicze na wszystkie ośrodki pracy w najgłębszych nawet wnętrzach państw europejskich stwarzają dla jej rozwoju zupełnie nowe (dawniej powszechnie uznawane za niemożliwe) warunki i warunki te niestety należy już dziś uznać za nieuniknione we wszystkich wojnach bliższej i dalszej przyszłości. Odpowiednio do tego i sama nauka o pracy, czyli mówiąc najogólniej: technologia, inżynieria i naukowa organizacja pracy musi przyjąć za miarodajne zupełnie nowe kryteria jej wystarczalności i bezpieczeństwa, uwzględniające aktualny stan zbrojeń i metod wojny lotniczej.

Charakter przyszłej wojny, zarówno jak i środków, którymi będzie w niej operowało lotnictwo niszczycielskie, nie mogą być traktowane jako rzeczy już ustalone, dlatego że właśnie obecnie przeżywamy epokę bardzo radykalnej ich ewolucji, stwarzającej z dnia na dzień coraz to nowe narzędzia zniszczenia i coraz to doskonalsze metody ich stosowania. Chcąc w rozwoju przemysłu dotrzymać kroku temu postępowi uzbrojenia i taktyki wojennej, nie pozostaje nic innego jak uruchomić stałe i szeroko zakrojone badania wszelkich możliwości, które się przed nimi odkrywają i wynajdywać coraz to doskonalsze metody i środki obrony.

Rzeczą zrozumiałą jest, że większość tych zadań muszą podjąć zakłady naukowo-badawcze, ale wyniki ich dociekań muszą z pomocą uczelni akademickich przelewać się w sposób ciągły w umysły uczącej się młodzieży, jako zasadnicze i obowiązujące normy jej wykształcenia i przygotowania fachowego do roli kierowniczej, którą ona będzie musiała przyjąć na swe barki w rozwoju przemysłu i zabudowy kraju.

W zarysach najogólniejszych aktualne w tym sensie zadania pedagogiczne i naukowo-badawcze zakładów akademickich sprowadzają się do trzech następujących ich kompleksów:

1. Odkrywanie i wyjaśnianie coraz bardziej udoskonalonych sposobów i środków napadów lotniczych i związane z tym definiowanie stale zmieniającej się istoty i rozmiarów niebezpieczeństwa przez nie stwarzanego.

2. Wynajdywanie odpowiednich metod i środków obrony przeciwlotniczej ludzi i innych istot żywych oraz ruchu, energii oraz różnego rodzaju dóbr materialnych i zasobów dla życia tego niezbędnych.

3. Badanie zasad naukowej organizacji pracy w celu przystosowania ich do warunków, w jakich się będzie ona musiała rozwijać w czasie przyszłej wojny oraz pouczanie przyszłych jej uczestników o zasadniczych zrębach tworzonej u nas jak i w innych państwach Europy ogólno-państwowej organizacji obrony przeciwlotniczej wnętrz kraju i związanego z nią prawodawstwa specjalnego.

Wszystkie te trzy kompleksy zagadnień zawierają w sobie dwojaką treść: z jednej strony musi się w nich znaleźć dostateczna ilość badań, doświadczeń i pomiarów naukowych, decydująca o ich wewnętrznej istocie technologicznej, z drugiej zaś muszą z nich wypłynąć pewne postulaty dydaktyczne, które trzeba będzie położyć w osnowę kształcenia młodzieży akademickiej oraz uczniów wszystkich innych szkół średnich i niższych. Prace badawcze poza specjalnymi instytutami naukowo-badawczymi mogą być prowadzone niemal wyłącznie tylko przy katedrach uczelni akademickich, gdyż tylko one jedne rozporządzają u nas w Polsce niezbędnymi do tego środkami materialnymi i zespołem ludzi należycie wykształconych i uzdolnionych. Co się zaś tyczy zadań dydaktycznych, to szkoły akademickie muszą nie tylko stworzyć w nich doktryny miarodajne dla własnej pracy pedagogicznej, lecz jeszcze dać mocną podstawę dla pedagogiki niższej oraz dla pracy uświadamiającej i propagandowej, prowadzonej przez odpowiednie organizacje społeczne w całej masie ludności kraju, a przede wszystkim w samorządzie terytorialnym i gospodarczym.

Jeśli idzie o bliższy podział pomiędzy poszczególne katedry i zakłady specjalne trzech wyżej wyszczególnionych grup zagadnień, to jest rzeczą jasną, że pierwsza z nich, jako obejmująca problematy ścisłej techniki i taktyki wojskowej, musi być przydzielona zakładom naukowo-badawczym wojska lub specjalnym studiom wojskowym, zorganizowanym w niektórych uczelniach akademickich albo też w pewnych warunkach niektórym osobistościom, wybranym spośród grona profesorów i badaczy naukowych. Nie może ona stanowić przedmiotu badań i nauczania ogólnie obowiązującego.

O wiele obszerniejsza i pozbawiona cech fachowo-wojskowych jest druga grupa zagadnień a to szczególniej staje się zrozumiałe, jeżeli uwzględnimy, że zasady i metody obrony przeciwlotniczej wnętrz kraju muszą nie tylko być dostosowane do natury i rozmiarów zagrożenia lotniczego, lecz jeszcze muszą być możliwe do pogodzenia z nie poddającą się dowolnemu naginaniu do wszelkich wymagań logiką pracy technicznej i warunków jej opłacalności ekonomicznej. Tu każda specjalność, biorąc za podstawę wyjaśnione w grupie pierwszej prawdopodobne granice rozwoju napadów lotniczych, środków, którymi one operują oraz rozmiarów zniszczeń, którymi grożą, musi dla siebie samej obmyśleć takie maksimum możliwych odstępstw od podyktowanej istotą procesów normalnej metody ich prowadzenia, przy którym możnaby było nawet w warunkach wojennych osiągnąć jeszcze cel wytyczny produkcji bez zbyt wielkich strat ekonomicznych i trudności technologicznych.

Rzecz prosta, że tego rodzaju zagadnienia naukowe i dydaktyczne musiałyby stanowić bądź te czy inne kursy specjalne przy tych czy innych katedrach, bądź poprostu wlewać się w kursy normalne jako nowy, a niezaprzeczalny z punktu widzenia aktualnej rzeczywistości ich aspekt, modyfikujący dotychczas obowiązujące normy wytrzymałości i postulaty celowości technologicznej i ekonomicznej.

Ponieważ wstrząsy idące ze strony napadów lotniczych na głębokie wnętrza kraju dosięgają wszystkich bez wyjątku komórek życia i pracy, we wszystkich ich przejawach, niepodobna więc wskazać żadnej specjalności (nie wyłączając nawet tych, które pozornie z techniką nic wspólnego nie mają), którą by można było zwolnić od tej specyficznej w pewnym sensie rewizji założeń uzusowych i norm.

Wreszcie trzecia grupa zagadnień natury organizacyjnej jest niewątpliwie grupą ogólną, jak ogólna jest sama nauka o racjonalnej organizacji pracy. Nowe wymagania bezpieczeństwa pracy, jej wydajności i sprawności w warunkach wojennych nie mogą nie zmienić dotychczas uznawanych za racjonalne zasad i metod zarządzania jej ośrodkami. Prócz tego i nowe prawodawstwo, związane z ogólno-państwową organizacją obrony przeciwlotniczej wnętrz kraju z konieczności obejmuje całokształt życia, praw i obowiązków obywateli i dlatego również musi się stać przedmiotem ogólnego znaczenia, obowiązującym wszystkie specjalności w równej mierze.

Sądzę, że uczelnie akademickie najłatwiej zdołałyby zaspokoić potrzebę tej ogólnej rewizji zasad naukowej organizacji pracy, stwarzając dla wszystkich swych wydziałów jeden wspólny kurs organizacji obrony przeciwlotniczej wnętrz kraju, chociażby na wzór tego, który już od szeregu lat posiada Wydział Chemiczny Politechniki Warszawskiej i który od roku jest już uznany za wskazany dla wszystkich pozostałych jej wydziałów.

WIADOMOŚCI BIEŻĄCE

Polska

Dnia 4 kwietnia br. odbyło się posiedzenie Rady Naczelnej oraz Walne Zebranie Muzeum Techniki i Przemysłu przy udziale 70 delegatów ze strony poszczególnych Ministerstw, Wyższych Uczelni, Centralnych Instytucji Przemysłowych i Technicznych oraz licznego grona członków Muzeum, przybyłych ze wszystkich ośrodków przemysłowych kraju. Pana Premiera oraz Rząd reprezentował p. Minister Komunikacji J. Ulrych.

Zebraniu przewodniczył Prezes Rady Naczelnej Wiceminister Inż. A. Bobkowski.

Wszechstronne sprawozdanie z dokonanych prac złożył Dyrektor Muzeum Inż. K. Jackowski, z kolei przedstawili swoje sprawozdania kierownicy agend.

W dyskusji nad sprawozdaniem okazało się, że największą bolączką Muzeum jest sprawa ciągłego odraczania terminu rozpoczęcia budowy gmachu jedynie tylko ze względów terenowych. Jest nadzieja, że ta tak doniosła i absorbująca opinię publiczną sprawa będzie zdecydowana w sensie pozytywnym już w najbliższych miesiącach.

Centralnym punktem tegorocznych obrad był jednogłośny wybór Najwyższego Protektora Muzeum Pana Prezydenta R. P. Prof. I. Mościckiego na pierwszego honorowego członka Muzeum.

Do Prezydium Rady Naczelnej Muzeum zostali wybrani pp.: Wiceminister Inż. A. Bobkowski (ponownie), Gen. T. Kutrzeba oraz pp.: b. Prezes Zarządu Inż. Piotr Drzewiecki oraz Dr h. c. Inż. S. Surzycki jako wiceprezesi, Dyr. Inż. S. Rotarski jako Sekretarz Rady.. Na stanowisku Prezesa Komitetu Budowy gmachu pozostał nadal b. Minister Inż. C. Klarner. Prezesem nowego Zarządu został Książe Andrzej Lubomirski, poza tym na opróżnione na skutek balotowania trzy miejsca zostali wybrani w charakterze członków Zarządu pp.: Dyr. Inż. W. Rabczewski, Dr S. Wachowiak oraz Dyr. Inż. W. K. Wierzeyski.

Do Komisji Rewizyjnej zostali wybrani pp.: Gen. Dr Krzemieński, Płk. Wielowieyski, Dr F. Maciszewski, Dyr. Dr J. Biłek oraz Gen. Dyr. Inż. J. Wojnar.

Sala, w której odbyło się Walne Zebranie, była udekorowana licznymi szkicami tablic plastycznych dla Działu Nauki oraz Działu Szczytowych polskich przemysłów, które Muzeum przygotowuje dla Wystawy w Nowym Jorku. Zebrani podziwiali ogrom pracy, jaki został już włożony przez Muzeum w ciągu ostatnich paru tygodni w realizację tego bardzo trudnego zagadnienia.

W przerwie między posiedzeniem Rady a Walnym Zebraniem zostało dokonane otwarcie nowo zorganizowanego, jedynego w muzeologii europejskiej Działu Metrologii, opracowanego przez Muzeum przy najściślejszej współpracy z Głównym Urzędem Miar.

Dyrektor Muzeum w czasie sprawozdania zwrócił się ze specjalnym podziękowaniem do grona swych współpracowników podkreślając wysokie ich uspołecznienie oraz ogrom wytężonej pracy twórczej, składanej dla Muzeum.

Każdy z uczestników Walnego Zebrania otrzymał nowy, bogato ilustrowany Biuletyn Nr 6 zawierający wszechstronne sprawozdanie za rok ubiegły.

Całość posiedzenia odbyła się w atmosferze szczerego uznania dla dokonywanej z rozmachem, podziwu godnej pracy i podciągania Polski wzwyż i na tym, do niedawna jeszcze tak bardzo zaniedbanym odcinku życia naszego kraju. *MPT.*

Ze świata

W łączności z ochroną przeciwlotniczą opracowywano we wszystkich krajach a szczególnie w Niemczech sprawę uniepalnienia drewna przez odpowiednią impregnację. Impregnacja ta powinna być niezmiernie łatwa tak, ażeby przez „polakierowanie" drzewa w istniejących konstrukcjach np. dachowych, można uzyskać jego niepalność.

W ostatnich czasach zgłoszono ogromną ilość patentów z tej dziedziny i bardzo wiele firm zainteresowało się produkowaniem najrozmaitszych materiałów impregnacyjnych. Rozdzielić je można na dwa rodzaje. Jedne z nich działają podobnie jak impregnacja dla uniepalnienia wełny, dywanów itp. przez to, że wypełniając komórki drzewa bardzo obficie, utrudniają z natury rzeczy jego palenie się. O wiele lepszymi środkami są środki z grupy 2-giej, charakteryzujące się tym, że z chwilą wystawienia na działania wysokiej temperatury zaczynają się topić i rozkładać jak np. kwaśny węglan sodowy, fosforan amonowy itp. tworząc skorupę izolacyjną na powierzchni drzewa.

Ostatnio robiono szczegółowe próby co do wartości najrozmaitszych materiałów impregnacyjnych i okazało się, że niektóre materiały z grupy 2-giej nie dopuszczają do zapalenia się drzewa nawet przy temperaturach bardzo wysokich przez przeciąg czasu około pół godziny. Wobec powyższego te środki impregnacyjne zostały polecone dla ochrony przeciwlotniczej przeciw bombom zapalającym. *T. K.*

* * *

Według danych Bendix Aviation Corporation 5 państw zbudowało w 1937 r. powyżej 3 000 samolotów, przeważnie wojskowych. Produkcją tą nie pokryto jednak zapotrzebowań armij. Szczegółowe dane o wzbogaceniu poszczególnych lotnictw w samoloty przedstawia poniższe zestawienie:

	Wzbogac. w samol.	Łączna il. samol.
Lotnictwo amerykańskie	3 800	12 365
„ angielskie	3 228	5 811
„ francuskie	3 200	8 305
„ rosyjskie	3 200	6 923
„ niemieckie	3 154	4 979
„ włoskie	2 365	4 334
„ japońskie	2 158	3 555

(Technik, Nr 5, 1938 r.). *Red.*

Anglia

Ministerstwo spraw wewnętrznych wydało rozporządzenie regulujące sprawę rozdania masek przeciwgazowych ludności cywilnej. W razie potrzeby ma być ono uskutecznione w 8 godzinach. Dotychczas jest do dyspozycji 30 mil. masek, a przy aktualnym zapotrzebowaniu będzie zapewnione do-

starczenie 1/2 mil. masek tygodniowo. Obecnie przeprowadzane są badania nad praktyczną metodą ochrony bydła i środków żywności. *K.*

* * *

Britisch Industrial Plastics Ltd. likwiduje swoje oddziały poświęcone produkcji różnych artykułów chemicznych a przechodzi wyłącznie na produkcję mas plastycznych oraz koniecznych dla tego przemysłu półproduktów. *K.*

* * *

W ubiegłym roku ministerstwo obrony krajowej powołało komisję pod kierownictwem v-hrabiego Falmouth dla zbadania warunków rozwoju przemysłu syntetycznego w Anglii. Powołani rzeczoznawcy, przedstawiciele przemysłu naftowego, węglowego, gazowniczego i koksowego po przeprowadzeniu szczegółowych i rozległych badań przedstawili sprawozdanie, którego ostateczna konkluzja jest taka, że „najpewniejszą i pod względem gospodarczym racjonalną drogą do zaopatrzenia kraju, pozbawionego własnego kopalnictwa naftowego w niezbędne w razie potrzeby ilości olejów mineralnych jest umiejętna polityka importowa oraz gromadzenie odpowiednio wielkich zapasów. Uzależnienie pokrycia wojennych zapotrzebowań olejów mineralnych od krajowych źródeł wytwórczych uznaje się za niewskazane — chyba że przemawiałyby za tym ogólne względy najwyższej wagi".

Komisja nie uznała za potrzebne, by rząd udzielał bezpośredniej pomocy finansowej na rozbudowę przemysłowych urządzeń dla upłynniania węgla, uważa jednak, że potrzebne są zasiłki na ważne dla dobra kraju prace eksperymentalne.

(Przemysł Naftowy, Nr 6, 1938 r.). *Red.*

* * *

W ubiegłym roku otrzymano z krajowego węgla 89,5 mil. galonów lekkich materiałów pędnych. 35 mil. galonów wyprodukowano metodą hydrogenacji, 53,5 mil. galonów w koksowniach a 1 mil. galonów przez destylację węgla. Produkcja ciężkich olejów z węgla wyniosła 97 mil. galonów. *Red.*

* * *

Produkcja metanolu podniosła się w roku 1936/37 do 5,86 mil galonów wobec 4,98 mil. galonów w 1935/36. *K.*

Czechosłowacja

Fma „Pala" podejmuje produkcję masek przeciwgazowych. *Red.*

* * *

Ilość wyprodukowanych farb i lakierów w ub. roku wzrosła znacznie, np. lakierów spirytusowych i olejnych otrzymano 11 000 t wobec 9 000 t w 1936 r., a lakierów celulozowych 10 000 t wobec 8 500 t w 1936 r.

Ostatnio udzieliły władze pozwolenia na wybudowanie nowej fabryki lakierów, której kapitał zakładowy wynosi 0, 8 mil. koron czeskich. *Red.*

Francja

Wkrótce ma być zrealizowany aktualny od dwu lat plan budowy trzech fabryk benzyny, produkujących ten produkt metodą hydrogenacji, w ilości 600 000 t rocznie. Jedna z nich oparta będzie na przerobie węgla brunatnego, dla drugiej będzie surowcem węgiel kamienny, dla trzeciej zaś ropa naftowa. Koszta budowy tych trzech zakładów mają wynosić miliard franków. *Red.*

* * *

200 mil. przeznaczono na zaopatrzenie cywilnej ludności Paryża w maski przeciwgazowe. Koszta w połowie poniesie państwo, w połowie departament Sekwany. *K.*

* * *

Japonia

Japońsko - Mandżurskie Fabryki magnezu podnoszą swoją zdolność produkcyjną z 1 000 do 1 500 t. *Red.*

* * *

Two Sumimoto Aluminium Seiren K. K. powiększa swoją produkcję aluminium do 3 000 t. *Red.*

* * *

Produkcja benzolu ma dosięgnąć 29 000 t rocznie. *Red.*

Jugosławia

W ubiegłym roku wywieziono 211 t aluminium, z tego połowę do Japonii a resztę do Anglii i Belgii. *Red.*

Niemcy

Według informacji Zjednoczenia Przemysłu Aluminionego przedsiębiorstwo to podniosło od jesieni ubiegłego roku swoją roczną produkcję do 100 tys. t. Jest ona dziesięć razy większa niż w 1933 r. Dzięki temu rozwojowi produkcji cena aluminium obniżyła się o 30% w stosunku do ceny w 1930 r., co umożliwiło rozszerzenie zastosowania aluminium.

W ramach czteroletniego planu przewidziano szereg nowych inwestycji w tej dziedzinie przemysłu. Stworzono też specjalny instytut dla badań metali lekkich.

O udoskonaleniu metod produkcyjnych świadczy fakt, że w nowych zakładach rafinacyjnych otrzymano aluminium o 99,99% zawartości Al.

Zapotrzebowanie aluminium przewyższało w ub. roku jego produkcję.

Austriackie fabryki w Steeg i Lend posiadały łączną zdolność produkcyjną ok. 5 000 t. W Steeg nastąpić ma dalsza rozbudowa zakładów.

Przywóz tlenków glinu dla austriackich fabryk wyniósł w 1937 r. 7 490 t, 1 338 t importowano z Francji, 3 058 t z Jugosławii a 3 094 t z Włoch.

Z wyprodukowanego aluminium 700 t wykorzystano w kraju, resztę zaś wywieziono do Polski (797 t), Belgii (475 t), Szwecji (360 t), i Czechosłowacji (357 t). *Red.*

* * *

Muzeum Techniki w Monachium, powszechnie zwane „Deutsches Museum" jest dzisiaj chlubą nie tylko Niemiec, ale i Europy. Szczyci się ono pół milionem zwiedzających rocznie, w tym trzema tysiącami wycieczek szkolnych. Placówka ta stale zatrudnia około 177 pracowników. Rozwój tego Muzeum nie zatrzymuje się ani na chwilę, co ma do zawdzięczenia w dużym stopniu poparciu czynników rządowych i samorządowych. Na budżet eksploatacyjny Muzeum, wynoszący zgórą 1,1 miliona marek rocznie składają się głównie: Skarb Rzeszy, Skarb Bawarii i miasto Monachium. Dwieście kilkadziesiąt tys. mk. dają bilety wejścia, składki człon-

kowskie (ok. 65 tys. mk.) i roczne zapisy spadkowe, które w 1936/7 r. wyniosły ok. 60 tys. mk. Układ całego preliminarza budżetowego jest bardzo charakterystyczny i świadczy o wielkich ułatwieniach z jakimi ma do czynienia muzeologia techniczna w państwie o dużej kulturze technicznej.

Majątek Muzeum przedstawia wartość 40 mil. mk., w tym 2/3 stanowi wartość budynków, ponad 1/4 wartość eksponatów.

Nowy budynek, wznoszony obecnie dla Działu Samochodowego korzysta ze specjalnej dotacji rządu Rzeszy w kwocie 800 tys. mk. Pomieszczenie to będzie wypełnione eksponatami specjalnie przygotowanymi przez niemiecki przemysł samochodowy.

Nowoczesna muzeologia techniczna to wielka dźwignia dla podniesienia kultury technicznej młodzieży oraz szerokiego ogółu. *M. P. T.*

Rumunia

Według informacji Instytutu Geologicznego w Bukareszcie rumuńskie zapasy ropy naftowej oceniane są na 180 mil. t. Biorąc pod uwagę zapotrzebowanie roczne, które wyniosło w 1937 r. 6,6 mil. t, można przypuszczać, że rezerwy te mogą wystarczyć na około 25 lat. *Red.*

Stany Zjednoczone A. P.

W ubiegłym roku wyprodukowano 37,57 mil. galonów alkoholu metylowego (31,39 mil. galonów w 1936 r.). Przyrost ten nastąpił wskutek podniesienia produkcji syntetycznego metanolu (z 25,56 mil. gal. w 1936 r. do 31,81 mil. gal. w 1937 r.). *Red.*

Szwecja

Fma Birger Carlsson uruchamia w połowie br. nową fabrykę, która wyrabiać będzie maski przeciwgazowe dla ludności cywilnej. *Red.*

Węgry

Projektowane jest powstanie nowej fabryki aluminium, która przerabiałaby krajowe boksyty. Ma ona produkować 1 000 t aluminium rocznie. Należy zauważyć, że bogate rodzime złoża boksytu były dotychczas w małym tylko procencie wykorzystywane dla przemysłu krajowego. Z wydobytych w 1937 r. 452 tys. t. przerobiono na Węgrzech zaledwie 36 tys. t, a resztę stanowił wywóz.

Druga fabryka aluminium o rocznej produkcji 4 000 t ma powstać w Tatabanya. Ma ona dostarczać aluminium głównie dla wywozu. *Red.*

Z. S. R. R.

Zainteresowanie świata technicznego masami plastycznymi wzrasta coraz bardziej. Świadczy o tym mnożąca się ilość zakładów, podejmujących produkcję tych materiałów oraz wytężone badania nad nowymi metodami fabrykacji. Obok Moskwy powstaje nowa fabryka, która produkować będzie masy plastyczne w ilości 2 000 t rocznie, w tym 1 200 t gotowych fabrykatów, 800 t zaś półproduktów. W Odessie istniejąca już fabryka puszcza w ruch nowy oddział, mas plastycznych, o zdolności produkcyjnej 600 t rocznie. Druga fabryka w okręgu przemysłowym Moskwy uruchamia dział przeźroczystych, barwnych mas „Resite",. Podejmuje się również w Z. S. R. R. wyrób masy tzw. „Faolit", otrzymywanej z azbestu i żywic formaldehydowych, odpornej na działanie kwasu. Nowe masy plastyczne są w opracowaniu.

Wymienione wyroby znajdują zastosowanie w różnych działach przemysłu, jak przemysł galanteryjny, elektrotechniczny, chemiczny. *Red.*

PRZEGLĄD LITERATURY

MASY PLASTYCZNE.

SUROWCE W PRZEMYŚLE PLASTYKÓW. *G. J. Esselen i F. S. Bacon. Industrial and Engineering Chemistry, 1938, Nr 2, str. 125—130.*

Artykuł omawia kwestie związane z zapotrzebowaniem surowców używanych do wyrobu żywic syntetycznych.

Żywice dzielimy na grupy w zależności od ich pochodzenia: 1 — pochodne smoły węglowej, 2 — innego pochodzenia: *a)* pochodne celulozy, *b)* węglowodorów (z nafty, gazu ziemnego, acetylenu), *c)* pochodne mocznika i chlorków alkilowych.

Podano szereg cyfr dotyczących produkcji żywic oraz surowców w ostatnich latach.

Przytoczono najważniejsze metody otrzymywania surowców. *Lig.*

PRAKTYCZNY RYSUNEK FORMY. *L. S. Geason i J. D. Milne. Modern Plastics, 1937 r. Nr z października, str. 124.*

Wykonanie dobrego przedmiotu prasowanego z masy plastycznej wymaga przede wszystkim odpowiedniej formy. W formach o skomplikowanym rysunku mamy części słabsze, a narażone są one bardzo z powodu stosowanych wysokich ciśnień.

We wszystkich formach mamy pewne części wycięte, które zazwyczaj leżą w najgłębszym miejscu formy. Nad tymi wgłębieniami nadmiar materiału rozlewa się i zostaje odcinany. Tu też zostaje wywierane największe ciśnienie. Nawet przy należytej konstrukcji formy i minimalnym nadmiarze materiału pozostaje zawsze cienka błonka materiału, która najczęściej przylepia się do części wyprasowanej. Wskazane jest ten błyszczący punkt tak planować, by ułatwiać wyrównywanie się powierzchni odcinanych. Gdy ten punkt mieści się w rogach i kątach formy, oczyszczanie i usuwanie połysku jest ułatwione. Gdy forma ma powierzchnie półokrągłe, wgłębione, usuwanie połysku jest utrudnione.

W formach należy unikać części o wgłębieniach kanciasto zakończonych oraz kantów. Obróbka takich części wyprasowanych jest bowiem specjalnie utrudniona. Często zamiast ostrego zakończenia wgłębienia formy dajemy wgłębienie półkoliste. Przez to w rogu ilość materiału zwiększa się, zwiększając również wytrzymałość części wyprasowanej.

Wysokie cienkie występy w wyprasowanych częściach wymagają wycięć w formach, co w stali nie zawsze da się uskutecznić. Lepiej jest wówczas budować formę złożoną.

W formach złożonych, w których niektóre części są wprawione, zawsze na wyprasowanym przedmiocie linia złącza musi wystąpić. Dlatego też wskazane jest złączenia umieszczać tak, by występujące linie tworzyły motywy dekoracyjne.

Dochowanie ścisłych tolerancyj wyrobów znacznie podraża koszty form. Wymagają one nie tylko dokładniejszego opracowania, ale i dodatkowej obróbki mechanicznej po obróbce chemicznej, która zmienia ich wymiary.

Wszelkie litery i ornamentacje również znacznie podrażają koszty form, przy czym duże znaczenie ma tu to, czy ewentualne litery występują, czy są wtłoczone w przedmiocie wyprasowanym.

Reasumując, przy wyrobie formy do prasowania ostatnie słowo należy zawsze do oddziału mechanicznego, produkującego formy, a nie do projektodawcy i zamawiającego ją. Małe zmiany w rysunku formy dają wyniki lepsze nie tylko przy wyrobie formy, ale i przy późniejszym prasowaniu. *Lig.*

STOPY BERYLO-MIEDZI. *L. L. Stott i J. E. Simmonde. Modern Plastics, 1937 r., Nr z października, str. 130.*

Formy ze stopu berylu i miedzi nadają się przede wszystkim tam, gdzie: 1) tolerancje nie muszą być ściśle dochowane; 2) gdzie uzyskać chcemy niezwykłe kontury i skomplikowane kształty; 3) gdzie chodzi o małą ilość produktu lub o próbki; 4) gdzie ilość wgłębień jest stosunkowo mała; 5 gdzie chodzi o ekonomiczne wykorzystanie doświadczeń; 6) gdzie grają dużą rolę duże przewodnictwo cieplne i niskie ciepło właściwe; 7) gdzie chcemy wykonać ornamentacje i 8) gdzie uzyskanie formy stalowej ze względu na duże jej rozmiary sprawia trudność.

Najlepsze własności posiada stop berylo-miedzi zawierający 2,75% berylu. Stop ten ma najniższy punkt topnienia w porównaniu z innymi metalami o równej wytrzymałości, gładką dającą się obrabiać powierzchnię i przewodnictwo dwukrotnie większe od przewodnictwa stali, co pozwala na skrócenie czasu prasowania.

Zastosowanie stopów berylo-miedzi w przemyśle mas plastycznych ma miejsce przy prasowaniu materiałów sztucznych, przy wtryskiwaniu ich oraz przy produkcji narzędzi i części urządzeń fabrycznych. *Lig.*

OBRÓBKA LANYCH ŻYWIC FENOLOWYCH. *Catalin Ltd. Plastics, 1938 r., Nr z października, str. 187.*

Lane żywice fenolowe jakkolwiek są produktem stosunkowo nowym, są szeroko stosowane w U. S. A. Laną żywicę fenolowo - formaldehydową używa się bez napełniaczy, odlewając w stosunkowo niskiej temperaturze w formach ołowianych. w których zestalają się one i utwardzają w ciągu 3 do 6 dni. Fabrykant produktów gotowych otrzymuje pręty, arkusze lub bryły, z których wycina żądane przedmioty.

W produkcji tej mamy tę przewagę nad prasowaniem, że fabrykant nie potrzebuje inwestować w formy i prasy, gdyż praktycznie biorąc, przygotowania są bardzo tanie. Ponadto do przeróbki półproduktu na fabrykat stosuje się bardzo proste urządzenia, np. piły czy polerki.

Żywość barw żywic lanych jest przyczyną stosowania ich w zdobnictwie.

Przy cięciu żywic lanych dobrze jest uprzednio żywicę ograć przez zanurzenie jej w gorącej wodzie na pewien czas. Także często stosuje się cięcie na mokro, przy czym polewa się wodą miejsce rozcinane kołem. W tym ostatnim wypadku nie ma obawy przegrzewania.

Do cięcia stosuje się zwykle koło trące 1/32 cale grubości i 10 cali średnicy, o szybkości obrotów 3 750 obr./min. Używa się również do cięcia piły o szybkości 1200 stóp/min. i o 14—15 zębach/cal.Ślady na powierzchni po użyciu piły dają się łatwo usunąć polerką.

Przy toczeniu i obróbce mas fenolowych odlewanych szczególnie ważnym warunkiem jest ostrość narzędzi. Na narzędzia stosowana jest zwykła stal węglista. Ostrza z karbidku wolframu dają wyniki doskonałe.

Wiercenie otworów w masach fenolowych lanych wykonuje się na sucho. Najlepiej stosować jest świdry o szybkości 2 500 obr./min.

Czasem fenolowe żywice lane można poddawać prasowaniu i wyciskać w nich dziurki. Wykonuje się to na żywicach nie zupełnie wyhartowanych, które utwardza się ostatecznie dopiero po obróbce, ogrzewając je.

Wszystkie narzędzia zostawiają ślady na wyrobach trzeba więc wyroby te polerować. Poleruje się pumeksem a następnie na specjalnej tkaninie muślinowej, używając pewnych substancyj woskowatych. Pumeksuje się w bębnach ośmiobocznych o średnicy 30 cali i szybkości 40—45 obr./min. Czas pumeksowania 18—24 godzin. Ostatecznie usuwa się dokładnie pumeks i połysk nadaje się wyrobom przez bębnowanie z czystymi kołeczkami szewskimi.

Artykuł interesujący jest przede wszystkim ze względu na ilustracje w nim zamieszczone. *Lig.*

ULEPSZENIA W METODACH OBRÓBKI MASZYNOWEJ MATERIAŁÓW PLASTYCZNYCH. *British Plastics and Moulded Products Trader, 1938 r., Nr 104, str. 402.*

Obróbka materiałów plastycznych prasowanych, uwarstwionych itp., wymaga narzędzi sporządzonych ze specjalnych materiałów ze względu na zbyt duże zużycie zwykłych stali. Nadają się tu przede wszystkim stale manganowe i chromoniklowe, antykorozyjne. Autor zaleca również nitrowanie stali przez wystawienie jej na działanie amoniaku w temperaturze 500° C. Daje to doskonałe wyniki, szczególnie przy stosowaniu stali zawierających ok. 1,5% glinu. Jedna ze stali zalecanych przez autora, zawiera kobalt, wolfram i wanad (C — 0,65—0,75%; Mn — 0,3—0,5%; Si — 0,1—0,3%; S+P — 0,035% maksimum; Wo — 18% minim.; Cr — 3,75—4,75%; Co — 10—12%; V — 1,75% minim. Podano przy tym sposób obróbki termicznej stali.

Do nowych tworzyw narzędziowych należą sprasowane pod wysokim ciśnieniem i w temperaturze 1100° karbidki, np. karbidek wolframu, który do-

datkowo miesza się ze sproszkowanym kobaltem. Narzędzia takie są nader twarde.

Ostatnio wykonuje się również narzędzia z materiałów ceramicznych. Wykonuje się specjalne porcelany ze specjalnej glinki, które są nie tylko twarde, ale mają również ograniczoną kruchość. *Lig.*

FORMOWANIE PLASTYKÓW Z ARKUSZY. *Plastilume Products Ltd., Plastics, 1938 r., Nr 9, str. 42.*

Stosunkowo mało ogółowi znaną metodą formowania wyrobów z plastyków jest formowanie tych wyrobów z arkuszy z mas plastycznych. Metoda ta znana jest od dawna. Dawniej do tego rodzaju przeróbki stosowano celuloid, którego użycie było jednak ograniczone jego palnością. Obecnie mamy jednak takie niepalne materiały, jak octan celulozy i arkusze perspexu, który jest produktem z żywic kwasu akrylowego. Kiedy dawniej celuloid mógł być wyrabiany w niezbyt grubych arkuszach, to dziś płyty z perspexu dochodzą do grubości 1/4". W dodatku perspex jest nawet więcej przeźroczysty niż szkło. Za pomocą różnych metod można ten materiał zmiękczać i wówczas da się z niego wycinać najrozmaitsze formy. Ponadto staje się on giętki i przez nadanie mu jakiejś formy oraz następne ochłodzenie kształt nadany zatrzymuje.

Produkcja przedmiotów z arkuszy z mas sztucznych wymaga wiele pracy ręcznej, czyli więcej ludzi i mniej maszyn. O produkcji masowej nie może tu być mowy, bowiem każdy przedmiot musi być osobno brany do ręki, oglądany i sprawdzany. Jest to szczególnie ważnym przy wyrobie materiałów dla lotnictwa.

Obróbka arkuszy, które są tym większe im grubsze, polega na wstępnym zmiękczaniu ich w komorze zmiękczającej. Po osiągnięciu stanu plastyczności i pewnej miękkości podobnej do stanu gumy wycina się szybko z arkusza pożądany kształt i umieszcza odcięty kawałek w formie. Forma ta jest wykonana zazwyczaj z drewna. Jest ona negatywem. Materiał w formie ostudza się powoli (przy szybkim ochładzaniu dostaje się napięcia wewnętrzne w materiale) aż do temperatury pokojowej. Wówczas wyjmuje się z formy gotowy produkt, który wykańcza się jeszcze przez odcinanie rogów, polerowanie itd.

Jeśli idzie o materiały przeznaczone dla lotnictwa, to każdy przedmiot musi przejść przez badanie, czy nie ma w nim napięć wewnętrznych. Stosuje się specjalny aparat firmy Plastilume Ltd., skonstruowany przez A. Hilgera. Przedmioty wykazujące napięcia, odrzuca się.

Na zakończenie podaje autor zastosowanie opisanej metody do wyrobu różnych przedmiotów.

Artykuł ilustrowany jest interesującymi fotografiami. *Lig.*

STOPIEŃ KURCZENIA SIĘ WYTWORÓW Z MATERIAŁÓW PRASOWANYCH. *Plastische Massen, 1938 r., Nr 4, str. 102—104.*

Artykuł omawia czynniki wpływające na kurczenie się wytworów ze sztucznej żywicy.

Kurczenie się zależy: 1) od rodzaju przerabianego materiału; 2) od ciśnienia temperatury i czasu prasowania; 3) przy wytworach, które wychodzą trudno z formy, działają tu jeszcze czynniki natury mechanicznej; 4) od konstrukcji samej formy.

Czynniki te należy wziąć pod uwagę przy projektowaniu form. *Lig.*

WŁASNOŚCI ABSORPCYJNE ŻYWIC SYNTETYCZNYCH. *S. S. Bhatnagar, A. N. Kapur i M. L. Puri, J. Indian Chem. Soc., 1937 r., Nr 11, str. 679—688, Zreferow.: z „Chimie et Industrie", 1938 r., Nr 2, str. 341.*

Żywice syntetyczne fenolowo-formaldehydowe posiadają własności absorpcyjne, przewyższające własności węgla aktywowanego i zeolitów. Podlegają one ogólnym prawom absorpcji. Kwasy aromatyczne absorbowane są lepiej niż alifatyczne. Wodorotlenki nieorganiczne lepiej niż węglany. Dla kwasów nieorganicznych kolejność jest następująca: kwas siarkowy, azotowy, solny. *Lig.*

STUDIA NAD PRZEŹROCZYSTOŚCIĄ PLASTYKÓW UŻYWANYCH W LOTNICTWIE. *B. M. Axilrod i G. M. Kline, Modern Plastics, 1937 r., Nr z listopada, str. 65.*

Wykonano badania przeźroczystych materiałów plastycznych, szczególnie z uwzględnieniem możliwości stosowania ich w lotnictwie. Badano nitrocelulozę, acetylocelulozę i żywice akrylowe. Wykonano przede wszystkim badania odporności na wpływy atmosferyczne, badania rozciągania oraz wytrzymałości na rozerwanie względnie przełamanie. Wyniki zestawiono w tabele, które autorowie przytaczają.

Reasumując można wyciągnąć wnioski, iż gdy chodzi o wytrzymałość na nacisk, najodpowiedniejszą jest acetyloceluloza. Gdy zaś chodzi o wytrzymałość na wpływy atmosferyczne i lepszą przejrzystość, polecić należy żywice akrylowe. *Lig.*

MATERIAŁY NA PODSTAWIE ŻYWIC SZTUCZNYCH I KONSTRUKCJE LOTNICZE. *R. Hamard, L'Aéronautique, 1937 r., Nr 221, str. 231.*

Artykuł zawiera znane nam dane odnośnie stosowania żywic sztucznych w lotnictwie.

Na wstępie podano ich zalety, a to: mały ciężar właściwy i dużą wytrzymałość. Następnie podano ogólnie niektóre dane odnośnie żywic fenolowo-aldehydowych, w szczególności moduły elastyczności, gęstości, wytrzymałości na ściskanie itd.

W dalszym ciągu podaje autor, iż żywice miesza się z odpowiednimi napełniaczami oraz opisuje materiały plastyczne uwarstwione.

Osobny ustęp poświęcono ogólnikowemu porównaniu własności mechanicznych materiałów plastycznych z własnościami stosowanych stali.

Na zakończenie przechodzi autor do opisu możliwości stosowania materiałów plastycznych w lotnictwie. *Lig.*

PLASTYKI W KONSTRUKCJACH LOTNICZYCH II., *British Plastics, 1937 r., lipiec, str. 55. Zreferowane: z Plastische Massen, 1938 r., Nr 4, str. 118.*

Wybór odpowiednich żywic syntetycznych do konstrukcji lotniczych polega na porównaniu specjalnych własności tych żywic z własnościami innych

materiałów takich jak dykta, duraluminium, stale specjalne. Stosunek wytrzymałości na rozciąganie do ciężaru właściwego daje następujące uszeregowanie wartości: listwy drewniane — 25 000, duraluminium — 21 700, H. T. stal — 15 800, papier uwarstwiony z fenoplast. — 13 950, tkanina uwarstwiona z fenoplast. — 7 250, Perspex — 6 600 — 7 500. Stosunek ściśliwości do ciężaru właściwego daje następujące uszeregowanie: tkanina uwarstwiona z fenoplast. — 29 000, papier uwarstwiony z fenoplast. — 17 000 do 19 600, H. T. stal — 12 800, drzewo — 12 500, duraluminium — 11 800. W tym wypadku materiały prasowane są na pierwszym miejscu, jednak i w poprzednim szeregu znajdowały się obok stali.

Ostatnio wytworzono w Aero Research Ltd. nowy materiał Sznur-Aerolite, odznaczający się dużą wytrzymałością na rozciąganie. Składa się on ze sznura bawełnianego i żywicy syntetycznej. Posiada następujące własności: wytrzymałość na rozciąganie 25 000 funt/cal kwadr. przy rozciąganiu w kierunku włókna; ściśliwość 27 000 prostopadle do kierunku włókna. Własności powyższe nie wyrażają dostatecznie użyteczności tego materiału dla lotnictwa. Według współczynnika elastyczności materiały tworzą następujący szereg: stal — 3,84, duraluminium — 3,72, aerolit — 1,49. Wynikałoby z tego, że skrzydło utworzone z żywicy syntetycznej będzie się wyginać dwa razy więcej niż skrzydło metalowe. Jednak w wypadku aerolitu udało się już zwiększyć jego współczynnik elastyczności (a także wytrzymałość) przez podwyższenie ciśnienia przy prasowaniu.

Lig.

ZASTOSOWANIE SYNTETYCZNYCH ŻYWIC DO ŚMIG SAMOLOTOWYCH. *Industrial and Engineering Chemistry. News Edition, 1938 r., Nr 4, str. 112.*

Zastosowano nową powłokę ochronną do drewnianych śmig samolotowych. Powłoka zawiera specjalną, giętką żywicę syntetyczną. Powlekanie śmig odbywa się przez prasowanie na gorąco. Utworzona tym sposobem warstwa ochronna przylega zupełnie szczelnie do drzewa i odznacza się odpornością na wpływy atmosferyczne, na wilgoć, na działanie promieni ultra-fioletowych, olei i gazoliny. *Lig.*

PRZEPUSZCZALNOŚĆ WILGOCI DLA LAKIERÓW DO CZĘŚCI SAMOLOTOWYCH UTWORZONYCH Z ŻYWIC SYNTETYCZNYCH. *G. M. Kline. J. Res. Nat. Bur. Standards, 1937 r., Nr 2, str. 235 249. Zreferow.: z „Chimie et Industrie“, 1938 r., Nr 2, str. 334.*

Własności powłok organicznych używanych do ochrony metali.

W atmosferze mało wilgotnej powłoki glicero-ftalowe są mniej przepuszczalne dla wody od powłok z żywic fenolo-formaldehydowych. W atmosferze bardzo wilgotnej jest wręcz odwrotnie. Lakiery nitrocelulozowe są we wszystkich wypadkach bardziej przepuszczalne od lakierów z żywic. Na ogół przepuszczalność wzrasta wraz z temperaturą.

Stwierdzono, że zupełnie cienka błonka (0,2mm) wosku carnauba wytworzona na powłoce z lakieru wzmacnia znacznie jej odporność na działanie wody.

Lig.

UŻYWANIE SZKIEŁ BEZPIECZNYCH W AMERYKAŃSKIM PRZEMYŚLE AUTOMOBILOWYM. *G. G. Revue Générale des Matières Plastiques, 1937 r., Nr 11, dodatek, str. 318.*

Na wstępie artykuł przedstawia rozwój przemysłu samochodowego w Stanach Zjednoczonych i w związku z tym olbrzymi wzrost zapotrzebowania na szkła bezpieczne. Zużycie płyt ze szkła bezpiecznego wyniosło w roku 1936 — 7 500 000 m².

Rodzaje mas plastycznych stosowanych do sklejania szkła.

1. Nitroceluloza.

25% szkieł bezpiecznych wyprodukowanych w St. Zjednoczonych zawiera jako warstwę pośrednią, sklejającą płyty szklane — nitrocelulozę, z dodatkiem kamfory jako plastyfikatora. Nitroceluloza ma tę wadę, że rozkłada się pod wpływem promieni słonecznych, przy czym wyraźnie żółknie.

2. Octan celulozy.

Stosuje się z dodatkiem estru dwumetylowego kwasu ftalowego (lub dwuetylowego). Jest bardziej odporny na działanie słońca.

3. Żywice akrylowe.

Stosuje się z dodatkiem estru 2-butylo-ftalowego. Odznaczają się odpornością na wilgoć, przeźroczystością, odpornością na działanie słońca, wreszcie są bardziej rozciągliwe od estrów celulozy.

Wszystkie trzy produkty wymienione powyżej są bardzo wrażliwe na zimno. W temperaturze — 18° C stają się bardzo kruche i odporność ich na uderzenie jest wówczas 5 do 10 razy mniejsza niż w temperaturze normalnej (20°—25° C).

4. Żywice winylowe.

W laboratorium doświadczalnym „Pittsburg Plate Glass Company“ wynaleziono ostatnio nowy produkt „Vinal“, który nie jest łamliwy w niskich temperaturach. Jest to żywica winylowa z dodatkiem plastyfikatora, pochodnego glikolu.

Nowe szkło odznacza się dużą odpornością w niskich temperaturach, ok. 10 razy większą od szkła zawierającego warstwę estrów celulozy. Próbka takiego szkła wytrzymuje uderzenie kulki stalowej wagi 220 g, spadającej z wysokości 24 m przy temperaturze 25° C. W temperaturze — 18° C wysokość wynosi 12 m.

Sposób fabrykacji. Nowe szkło bezpieczne różni się od dotychczas stosowanych nie tylko samą naturą warstwy pośredniej, ale również wprowadzeniem nowych procesów fabrykacyjnych.

a) Jako warstwy pośredniej używa się arkusza Vinalu o grubości 0,6 mm. Arkusz przyciskamy dwiema płytami szklanymi uprzednio powleczonymi odpowiednim klejem. Tak przygotowane szkło złożone przepuszczamy pomiędzy ogrzewanymi walcami. Proces ten ma na celu wypędzenie baniek powietrza, które mogły się dostać do warstwy pośredniej. Przy procesie wstępnym należy uważać, aby nie przyciskać za silnie środka płyty, gdyż może to być powodem deformacji, która w następstwie staje się przyczyną pęknięć oraz odklejenia się brzegów.

Następnie brzegi płyty zalepiamy i całość zanurzamy w płynie znajdującym się w autoklawie. Ogrzewa się w temperaturze 115°—150° C pod ciśnieniem wynoszącym ok. 13 kg/cm².

b) Inna metoda polega na utworzeniu na płycie szklanej powłoki z materiału plastycznego. Powłokę suszy się, po czym zwilża odpowiednim rozpuszczalnikiem i skleja dwie płyty szklane pożądanej wielkości. Pokrywanie płyt uskutecznia się za pomocą specjalnego aparatu rozpylającego. Otrzymane płyty złożone przechodzą do pieca elektycznego, potem przez szereg ogrzewanych walców (wypędzenie powietrza), wreszcie powleka się krawędzie płyt cementem nieprzepuszczającym oleju.

Tak zabezpieczoną płytę umieszcza się w ramkach i wkłada do autoklawu wypełnionego specjalnym olejem. Zamyka się pokrywę i ogrzewa pod wysokim ciśnieniem tak, aby spowodować dobre złączenie się poszczególnych warstw.

Wykończenie polega na usunięciu z krawędzi płyt cementu oraz małej części powłoki plastycznej i zastąpienie ich specjalną powłoką nieprzemakalną. Po wypolerowaniu krawędzi płyty są gotowe do użytku.

P r z y g o t o w a n i e p ł y t s z k l a n y c h. Płyty używane obecnie do wyrobu szkieł bezpieczeństwa muszą być zrobione ze surowców zupełnie czystych: krzemionki, węglanu sodu i wapnia, siarczanu sodowego i odpadków szklanych potłuczonych na miałko.

Mieszaninę surowców wrzuca się do zbiornika zawierającego szkło stopione w temperaturze ok. 1400° C. Szkło odpływa stale z pieca i dostaje się pomiędzy walce chłodzone wodą, które nadają mu pożądaną grubość. Następnie taśma szklana przechodzi do pieca, gdzie wolno stygnie. Po wyjściu z pieca szkło tniemy na płyty i poddajemy dokładnemu polerowaniu. Wszystkie procesy odbywają się automatycznie. W końcu zanurzamy gotowe płyty w kwasie solnym, celem usunięcia zanieczyszczeń powstałych przy polerowaniu.

Inny sposób przygotowania płyt polega na ogrzewaniu zwyczajnego szkła do temperatury 590° C, po czym następuje nagłe ochłodzenie za pomocą prądu zimnego powietrza.

Podobno szkło poddane takiej obróbce termicznej jest znacznie wytrzymalsze od szkła zwyczajnego i może być używane zamiast szkła bezpieczeństwa.

Lig.

OPRAWY I KOLBY DLA BRONI RĘCZNEJ ZE SZTUCZNEJ ŻYWICY I TKANINY UTWARDZONEJ. *Czasopismo: „Kunststoffe", 1937, Nr 12, str. 329, zreferow.: z „Deutsche Technik", 1938, str. 94.*

Notatka podaje sposób sporządzania opraw i kolb dla ręcznej broni ze sztucznych materiałów prasowanych. Celem zrobienia oprawy bierze się włókniste tworzywo i napawa sztuczną żywicą, która działa jak środek wiążący. Płaską masę włóknistą nakładamy na rdzeń i prasujemy w formie na gorąco i pod ciśnieniem. Następnie przy prasowaniu dna kolby wprasowujemy jednocześnie płytę wykonaną z metalu lub materiału prasowanego. Gotowy przedmiot powlekamy lakierem odpornym na wpływy atmosferyczne.

Artykuł zaopatrzony jest w cztery rysunki.

Lig.

PRODUKCJA WYROBÓW Z CATALIN'U. *Machinery, 1938, Nr 1319, str. 487, wydawnictwo angielskie.*

Catalin jest materiałem sztucznym, który służy do odlewania. Nie zawiera napełniacza. Ciężar właściwy wynosi 1,3, jednak dla celów specjalnych może posiadać 1,8. Wytrzymałość na rozciąganie wynosi 3 000 — 5 000 lb/cal², zaś na ściskanie 10 000 — 18 000 lb/cal². Jest niepalny, bez smaku i zapachu. Absorbuje wilgoć w bardzo nieznacznym stopniu. Jest odporny na działania korozyjne kwasów, olejów i alkoholu. Produkowany jest bezbarwny i przeźroczysty oraz w najróżniejszych kolorach. Używany do celów dekoracyjnych i technicznych (rączki, tabliczki itd.).

W pierwszym stadium produkuje się go w kotle niklowym, tak jak zwyczajne żywice fenolowe wychodząc z fenolu i formaldehydu. Pojemność kotłów wynosi 1 000 — 2 500 lb. Kociołki zoapatrzone są w mieszadło i urządzenia do chłodzenia i ogrzewania. Gdy żywica jest gotowa do odlania (odlewa się ją w 185° F), wypuszczamy ją otworem w dnie kotła.

Materiał odlewa się w formach ołowianych, które służą tylko raz, po czym są przetapiane. Formy te wyrabia się przez zanurzenie wzoru stalowego do kąpieli ołowianej. Wzór stalowy ma taki sam kształt jaki ma mieć przedmiot z żywicy. Formy zwykle robi się wielokrotne. Gdy wyjmiemy pręty z kąpieli ołowianej, nieco ołowiu przylega do nich. Po ostygnięciu pręty stalowe wyciąga się, a otwór tworzy formę do której wlewa się żywicę. Pręty należy wyciągnąć powoli, aby powietrze miało czas wejść do formy przez otworki, które robi się u końca formy z ołowiu. W wypadkach niewykonania tego powietrze zgniotłoby rurkę ołowianą.

Formy z ołowiu ustawia się na żelaznych stojakach, napełnia żywicą i wstawia do pieca, gdzie żywica zostaje utwardzona. Czas utwardzania zależy od właściwości żywicy oraz żądanego stopnia twardości. Może on w pewnych wypadkach wynosić 5 dni. Zestalony materiał żywiczny wyjmuje się z formy albo za pomocą młotka pneumatycznego albo przez wirowanie.

Normalnie w sposób opisany można odlewać pręty do 24" długości, przy czym minimalna ich grubość wynosi ¼". Rury z żywicy winny mieć minimalną średnicę wewnętrzną ½", a minimalną grubość ścian ⅛". Bloki grubości 6 — 8" można ciąć na płytki grubości 1/16".

Otrzymane pręty i wyroby żywiczne poddaje się następnie obróbce maszynowej — cięciu na najrozmaitszych maszynach do cięcia i piłach automatycznych. Następnie poleruje się je i bębnuje. Do cięcia mamy również specjalne aparaty automatyczne. Przed cięciem pręty ogrzewa się do 200 — 280° F. Stosuje się smar.

Autor opisuje parę takich maszyn automatycznych, specjalnie zbudowanych do tego celu. Pozwalają one uzyskiwać płytki o grubości minimalnej 0,040 — 0,020 cala i średnicy 10 cali. Najodpowiedniejszą szybkością do cięcia jest 3 000 — 4 000 obr../min.

Do przecinania prętów można używać różnego typu pił mechanicznych, przy czym optymalna szybkość cięcia wynosi 1 500 stóp na minutę. Do wiercenia stosuje się świdry automatyczne.

Toczenie przeprowadza się przeważnie na ręcznych tokarkach.

Przy obróbce Catalinu należy ciąć lekko, stosując duże szubkości. Narzędzia powinny posiadać ostre ostrza, poza tym podobne są do narzędzi używanych przy obróbce mosiądzu.

Stosuje się tutaj stale węgliste lub szybkotnące, a w niektórych wypadkach brąz twardy. Poleca się ciąć z szybkością przekraczającą 200 stóp na minutę. Przy szybkim toczeniu należy używać cieczy chłodzących (wykluczając płyny o reakcji alkalicznej) lub olei.

Do wiercenia nadają się zwyczajne świdry, w wielu wypadkach jednak świdry o prostych rowkach lub płaskie dają lepsze wyniki.

Catalin ogrzany do temperatury ok. 180° F może być dowolnie zginany i formowany, trudno go jednak skręcać lub nadawać mu ostre krawędzie.

W podobnych wypadkach dobrze jest dodać trochę gliceryny do kąpieli ogrzewającej.

Po mechanicznej obróbce powierzchnie Catalinu mają wygląd surowy, dają się jednak bez trudności wypolerować.

Płaskie powierzchnie poleruje się tak jak drzewo. Głębsze skazy usuwamy za pomocą pumeksu. Tarcze do polerowania posiadają średnicę 12 cali ang., szerokość 4 do 5 cali, obracają się z szybkością 1 500 do 1 800 obr. na minutę.

Catalin może być odlewany w różnych kolorach, może być także farbowany powierzchniowo. Pokrywanie metalami jest też możliwe (np. srebrem, złotem), o ile uprzednio powleczemy dane przedmioty warstwą lakieru zawierającego pył metaliczny. Niska temperatura odlewania umożliwia otrzymanie wszelkich kolorów.

Artykuł zaopatrzony jest w kilka fotografii.

Lig.

WĘŻE I PŁYTY Z PRASOWANYCH MAS Z ŻYWIC SZTUCZNYCH. *E. I. du Pont de Nemours et Co, Patent francuski Nr 821.383 (Dnia 3. XII. 1937). Zreferow.: z „Chem. Ztrlbl.“ 1938, I, Nr 9, str. 2073.*

W celu wyrobu wężów z żywicy sztucznej, w szczególności z monomer. metylometakrylanu, wydłużoną formę napełnia się częściowo płynem polimeryzującym i obraca się w kierunku prostopadłym do osi podłużnej, poddając zawartość formy działaniu ciepła, światła, ciśnienia, katalizatorów powodujących polimeryzację. *Lig.*

AMERYKA WYTWARZA OPTYCZNE SOCZEWKI Z MAS PLASTYCZNYCH. *Oesterreichische Kunststoffe, 1938, Nr 5, str. 32.*

Notatka podaje własności soczewek optycznych wykonanych z materiałów plastycznych. Soczewki są lekkie i odporne na złamanie. Mogą znaleźć zastosowanie przy wyrobie instrumentów naukowych i przy różnych aparatach używanych w wojsku. Cena ich jest wielokrotnie niższa od soczewek szklanych.

Lig.

DRZEWO ULEPSZONE.

DREWNO IMPREGNOWANE ŻYWICĄ. *Plastics, 1938, Nr z października, str. 166.*

Zastosowanie syntetycznych żywic do impregnacji drewna dało bardzo dobre wyniki, a szczególnie wiele pracy poświęcono impregnacji fornirów drzewnych i ich przemysłowej przeróbce.

Halila Ltd. w Slough szczególnie interesowała się konstrukcją łodzi wyrabianych z oddzielnych fornirów sklejanych razem. Klej tu użyty musi być zupełnie odporny na wodę i łączyć forniry pod niskim ciśnieniem i w niskiej temperaturze. Kleje kazeinowe i klej Tego-Film, z powodu ich natury nie nadają się tu. Po wielu próbach opracowano ostatecznie nową żywicę, której przeróbkę znamy jako proces J. S. C. (Jones's Impregnating Cement).

Proces ten pozwala nam uzyskać gładkie powierzchnie; skleja się tą metodą poniżej 100° przy niskich ciśnieniach. Pozwala na uzyskanie powierzchni krzywych bez obawy, by drzewo lub żywica popękały. Halila Ltd. uzyskała tu również szereg patentów na podwójne wyginanie, które jest tanie i łatwe.

Wyniki prób przeprowadzonych z kajakami i łódkami z nowych materiałów były tak doskonałe, że mała fabryczka Halila w Finlandii szybko przeradza się w dużą wytwórnię.

Innym produktem są beczułki produkowane masowo, wyprasowywane z dwu lub więcej fornirów. Są one szczelne na wodę i znacznie lżejsze (o 50%) od beczek z klepek.

Dwumilimetrowej grubości forniry powleczone J. S. C. prasuje się na specjalnych prasach, przy czym forniry te łączą się silnie z sobą.

Materiały uwarstwione dla lotnictwa wyrabiane przez Halila Ltd., są również bardzo interesujące. Zawartość żywicy w takich materiałach można regulować, tak że np. materiał ku krańcom swym zawiera coraz mniej żywicy, zaś ku środkowi coraz więcej. Jest to ważne przy wyrobie śmig lotniczych.

Jako przykład takich materiałów na śmigi przytacza autor materiał, którego gęstość zmieniała się od 80 lb/stopę^3 do 60 lb/stopę^3. Najgęściejszy materiał zawierał 45% żywicy. Jak wiadomo, najlepiej jest, gdy gęstość materiału śmigi maleje ku końcom, gdyż wówczas obciążenie osi jest najmniejsze.

Materiały produkowane przez Halila mają małą zdolność absorpcji wody (2% po 24 godzinach).

W oryginalnej pracy przedstawiono na fotografii skrzydło z „drewna — JIC“, które jakkolwiek jest dwa razy cięższe od jodłowego, jest jednak trzy razy mocniejsze odeń.

Wytrzymałość na rozciąganie u takiego drzewa jest większa niż na ściskanie, dlatego też dąży się do zwiększania tej drugiej. Przy wytrzymałości na ściskanie 1 800 lb/cal^2, uzyskuje się wytrzymałość na rozciąganie 2 800 lb/cal^2. Wartości ścinające 500 lb/cal^2, uzyskuje się z materiałem o module elastyczności 4$^1/_2$ miliona lb/cal^2. Wartości te w wysokości 3 000 lb/cal^2 i przy module 3 miliony lb/cal^2 wystarczają jednak zupełnie i są łatwo osiągalne. Ciężar materiału może sięgać 80 lb/stopę^3 i można go zmieniać stosownie do wymogów.

Stosuje się również drewno JIC w połączeniu z takimi materiałami jak Onazote, który jest produktem Expanded Rubber Co.

Tym sposobem otrzymuje się tworzywo złożone, odznaczające się dużą wytrzymałością, odpornością na wodę, na zginanie itd. Materiał ten jest szczególnie dobry do celów lotniczych. *Lig.*

ŚMIGŁA Z DRZEWA ULEPSZONEGO. *Cz. J. Kączkowski, Skrzydlata Polska, 1938, Nr 3, str. 88.*

Autor omawia zastosowanie drzewa ulepszonego do wyrobu śmigieł o zmiennym skoku (Śmigła z ło-

patkami). Drzewo ulepszone (impregnowane na gorąco i pod ciśnieniem żywicą syntetyczną) jest cięższe od zwykłego i stosuje się do wyrobu części łopatki narażonej na największe obciążenia, tj. części najbliższej piasty. Pozostałą część, tj. pióro, wykonywa się z drzewa normalnego i skleja obie części przed obróbką.

Śmigła tego typu posiadają szereg cennych zalet, między innymi są lekkie, wytrzymałe, tanie, dają się łatwo naprawiać.

Szereg mocarstw lotniczych świata zakupił licencję na wyrób takich śmigieł od wytwórni niemieckiej Schwarz w Berlinie. *Lig.*

BŁONKA Z KLEJU NA SIATCE DRUCIANEJ TEGOWIRO. *W. Lüty. Holz als Roh und Werkstoff, 1938, Nr 5, str. 178 — 180.*

W technice sklejania drzewa i fronirów stosuje się klejenie wiążące na zimno lub na gorąco.

W pierwszym wypadku sklejanie następuje bez dopływu ciepła, tylko pod wpływem ciśnienia. Proces trwa długo i jest kosztowny. Sklejanie na gorąco przebiega bardzo szybko, ciepło doprowadzane jest za pomocą ogrzewanych płyt, służących do prasowania. Sposób ten daje dobre wyniki przy sporządzaniu uszczelnień i klejeniu cienkich fornirów.

Przy wyrobach wielowarstwowych klejonych za pomocą żywic sztucznych rozchodzenie się ciepła jest utrudnione i odbywa się bardzo wolno. To samo dotyczy klejenia klocków z pełnego drzewa. Opracowano nową metodę usuwającą braki poprzednio stosowanych sposobów. Podłożem dla kleju jest siatka druciana, która jest dobrym przewodnikiem ciepła. Na siatkę nakładamy masę termoplastyczną z żywicy sztucznej i wkładamy ją pomiędzy dwa kawałki (lub płyty) drzewa przeznaczonego do sklejania. Całość umieszczamy w prasie i prasujemy, ogrzewając siatkę za pomocą prądu elektrycznego. Masa się topi i wiąże w krótkim czasie oba kawałki drzewa. Do regulowania prądu stosuje się specjalne urządzenia.

Otrzymane tym sposobem połączenia są odporne na wodę, wpływy atmosferyczne i działanie pleśni.

Drzewo przeznaczone do klejenia może być mokre i nie wymaga specjalnego przygotowania. Badania przeprowadzone z próbkami sklejonymi tą metodą wykazały wytrzymałość na ścinanie wynoszącą od 30 do 50 kg/cm², zależnie od gatunku drzewa. Nie zdarzyło się ani razu, aby nastąpiło złamanie wskutek puszczenia spoiny.

Nowy sposób klejenia może znaleźć szerokie zastosowanie między innymi w budownictwie (łączenie belek) oraz przy wyrobie podkładów kolejowych,

Lig.

KAUCZUK.

WŁASNOŚCI TECHNICZNE SYNTETYCZNEGO KAUCZUKU. *H. Roelig. V. D. I. 1938, Nr 6, str. 139 — 142.*

Niektóre gatunki syntetycznego kauczuku, jak Perbunan i Buna S, posiadają specjalne własności, które umożliwiają zastosowanie tych produktów do dziedzin niedostępnych dla kauczuku naturalnego. Otrzymywanie gatunków posiadających pożądane własności polega obecnie nie tylko na zmianie składu mieszaniny lub sposobu przeprowadzania wulkanizacji, lecz także na hamowaniu procesów polimeryzacji i kierowaniu ich w pożądanym kierunku. Własności otrzymanych produktów muszą odpowiadać specjalnym warunkom i dotychczas stosowane w technice wyrobów gumowych metody oznaczania tych własności już nie wystarczają i muszą być uzupełnione.

W ł a s n o ś c i m e c h a n i c z n e. Zastosowanie sztucznego kauczuku w technice wystawia go przede wszystkim na działanie różnych naprężeń wywołanych ciśnieniem statycznym lub dynamicznym. Musimy więc zbadać zachowanie się sztucznego kauczuku wobec tych czynników.

a) S p r ę ż y s t o ś ć. Wulkanizaty sztucznego kauczuku znajdują zastosowanie jako środki uszczelniające, elastyczne podkładki do maszyn oraz opony samochodowe. Perbunan odporny na działanie olei i benzyny stosuje się jako elastyczne podłoże niwelujące drganie maszyn. Wymagana jest w tym wypadku znajomość stałej sprężystości.

b) P ł y n n o ś ć. Pod wpływem naprężeń wyżej omówionych występuje po pewnym czasie zjawisko płynności. Powoduje ono nieraz trwałe zniekształcenia, pojawiające się po ustąpieniu czynnika, który je wywołał. Pod tym względem Buna S i Perbunan w wyższych temperaturach wykazują przewagę nad kauczukiem naturalnym. Załączona krzywa najlepiej to uwydatnia. W praktyce stosuje się zamiast azbestu uszczelnienia z Buny w temperaturze do 120° C. Perbunan zastępuje doskonale skórę różnego typu w uszczelnieniach pracujących do 100° C.

S z t y w n i e n i e (D ä m p f u n g). Wskutek dynamicznych naprężeń stale się zmieniających (np. praca opon samochodowych na bruku), występuje zjawisko sztywnienia. Spowodowane jest stratą energii (sprężystej) danego materiału. W niektórych wypadkach zjawisko to jest pożądane, jednak należy pamiętać, że sztywnienie (przy częstych drganiach i zmiennym obciążeniu) doprowadza do silnego rozgrzania i zniszczenia tworzywa.

Załączone wykresy przedstawiają sztywnienie Buny S, w zależności od zmiennego obciążania i naprężeń spowodowanych stałym ciśnieniem. Oznaczono także wpływ wulkanizacji na sztywnienie Perbunanu oraz wpływ sadzy jako wypełniacza na stałą sprężystości oraz sztywnienia.

Z d o l n o ś ć p r z e w o d z e n i a c i e p ł a. Odgrywa rolę przy odprowadzaniu ciepła powstającego wskutek działania zmiennych naprężeń, np. dla określenia trwałości opony, pracującej przy dużych szybkościach.

W ł a s n o ś c i e l e k t r y c z n e. Sztuczny kauczuk znajduje zastosowanie jako powłoka ochronna oraz izolacyjna w technice kablowej. W tych wypadkach musimy znać opór właściwy, stałą dielektryczną i kąt stratności w temperaturze normalnej i podwyższonej oraz wpływ starzenia się na powyższe własności.

Poza tym ważny jest stopień pochłaniania wody przez mieszaninę izolującą. Odpowiedzi na te pytania dostarcza określenie kąta stratności przy 50 Hz i 1 000 V zmiennego napięcia.

Wykresy uwidaczniają wpływ temperatury, wypełniaczy oraz procesu starzenia się na kąt stratności Buny S, jej mieszanin oraz kauczuku naturalnego.

Specjalnie dla powłok ochronnych przy kablach, ważna jest znajomość: wytrzymałości na ciśnienie przy wyższych temperaturach, odporności na czynniki chemiczne oraz przepuszczalności dla wody i pary.

Na ogół odmiany kauczuku syntetycznego przewyższają swymi własnościami kauczuk naturalny. *Lig.*

POCHODNE CHEMICZNE KAUCZUKU. *La Revue des Produits Chimiques, 1937 r., Nr 15, 16, 17.*

We wstępie zastanawia się autor nad przyczynami, dla których kryzys ogólny nie spowodował spadku konsumcji kauczuku. Jedną z przyczyn było wynalezienie nowych zastosowań dla tego tworzywa, druga przemiana kauczuku na pochodne, mające najzupełniej odmienne własności.

Autor czyni obszerny przegląd pochodnych kauczuku. Pierwszy ustęp poświęca pochodnym chlorowcowanym, a więc chlorokauczukowi, bromokauczukowi, kauczukowi jodowanemu i fluorowanemu. Omawia sposoby ich producji, własności i zastosowania. Następny ustęp poświęcony jest pochodnym kauczuku i kwasów chlorowcowych. Zajmuje się w nim oddzielnie i bardzo szczegółowo pochodnymi kauczuku i kwasu solnego, bromowodorowego, jodowodorowego i fluowodorowego, a ponadto i kompozycjami z chlorkiem chromylu.

W osobnym ustępie ujęto dane odnośne izomerów kauczuku (cyklokauczuku). Cyklokauczuk można otrzymać drogą polimeryzacji termicznej, działaniem katalizatorów kwaśnych, oraz innymi metodami. Metody powyższe opisano. Duże wagi poświęcono w tym ustępie termoprenom, żywicom plioformowym i pliobitowym oraz ich zastosowaniom w formie proszków do formowania lakierów i pokostów. *Lig.*

MATERIAŁY WYBUCHOWE.

METODA NITRACJI CELULOZY. *A. Bouchennet, F. Trombe, G. Petitpas. Bull. Soc. Chim. France, 1937 r., Nr 3, str. 560—570. Zreferow.: z „Chim. et Ind", 1938 r., Nr 2, str. 327.*

Notatka podaje sposób otrzymywania wysokonitrowanej celulozy (222 cm³ NO na 1 g bawełny strzelniczej) oraz stosowanie mieszanki nitracyjnej, zawierającej kwas fosforowy.

a) Nitrowanie z dodatkiem kwasu metafosforowego do czystego kwasu azotowego

b) Nitrowanie z dodatkiem bezwodnika fosforowego do lekko rozcieńczonego kwasu azotowego.

W obu wypadkach otrzymujemy bawełnę strzelniczą o wyglądzie i giętkości celulozy pierwotnej.

Mieszanki nitracyjne tego typu mogą być łatwo regenerowane, a własności otrzymanej tym sposobem nitrocelulozy odpowiadają własnościom nitrocelulozy otrzymanej przez nitrację za pomocą kwasu siarkowego i azotowego. *Lig.*

O WYBUCHOWYCH WŁASNOŚCIACH NITROGUANIDYNY. *T. Urbański i Z. Kapuściński. Wiad. Techn. Uzbroj., 1937 r., Nr 38, str. 525—529.*

Praca ogłoszona wypełnia luki w literaturze liczb, dotyczących prędkości detonacji nitroguanidyny. Zbadano zależność szybkości detonacji nitroguanidyny od gęstości.

Zbadano również wpływ średnicy na prędkość detonacji. *Lig.*

O LONTACH DETONUJĄCYCH. *M. Owczinnikow. Technika i Wooruženie, 1937 r., Nr 10, str. 85.*

Próby ze stosowaniem lontów detonujących do ładunków materiałów wybuchowych amonitowych dały następujące wyniki:

Materiały wybuchowe wybuchają przy zastosowaniu lontu detonującego bez spłonki jedynie w wypadkach, gdy:

a) lont wstawimy ściśle w otwór pakunku materiału wybuchowego lub wprowadzimy do materiału wybuchowego, sproszkowanego węzłem (nieszczelne wstawienie lontu detonującego w materiał wybuchowy może być przyczyną odmowy).

b) lont wstawi się w otwór, po czym ładunek owinie się kilkakrotnie lontem detonującym, (dla materiałów wybuchowych detonujących najmniej 3 razy, dla materiałów wybuchowych deflagrujących 5 razy).

Powyższy sposób zastąpienia spłonki lontem detonującym może być przyczyną osłabienia siły efektywnej materiału wybuchowego. Nie ma to miejsca, jeżeli strzelanie wykonujemy w sposób odpowiedni, umieszczając starannie pętlę i starannie owijając lontem detonującym ładunek materiału wybuchowego. *Lig.*

KRAJOWE SPŁONKI MYŚLIWSKIE SYSTEMU GEVELOT, WYKONANE PRZEZ S. A. LIGNOZA. *W. Maryański, Łowiec Polski, 1938 r., Nr 2, str. 33.*

Artykuł o spłonkach Gevelot, produkowanych w Bieruniu Starym, w Wytwórni Lignoza S. A.

Autor dowodzi równowartościowości produktu Lignozy S. A. ze spłonkami Sinodix. Przytacza wyniki prób rdzewienia i zapalania prochu. *Lig.*

OBRONA PRZECIWLOTNICZA.

SIŁOWNIE ODPORNE NA DZIAŁANIE BOMB DLA EUROPEJSKIEGO PRZEMYSŁU CHEMICZNEGO.*C. H. S. Tupholme. Ind. adn. Engin. Chem. (News Edit.), 1937 r., Nr 17. str. 386.*

Siłownia podziemna, bezpieczna na uderzenia bomb nadaje się szczególnie dla fabryk materiałów wybuchowych i fabryk chemicznych. Zabezpiecza ona w czasie nalotu stałą dostawę mocy.

Fabryki takie mają twarde sklepienie — nasyp lub też są one urządzone w odpowiednim wykopie w skale. Oszczędność miejsca ma pierwszorzędne znaczenie ze względu na koszty i bezpieczeństwo na działanie bomb. Autor podaje przykład siłowni odpornej na działanie bomb, ilustrowany rysunkami. Pomieszczenie siłowni wykonano w wyżłobieniu w formie tunelu w urwisku. Koszty tego tunelu ze względu na małą powierzchnię jaką zajmuje siłownia są niskie, niższe niż ewentualnie potrzebnych budynków. Ponadto siłownia przedstawia mniejszy cel dla pocisków nieprzyjacielskich. Siłownia posiada generator parowy Velox na 16 000 lbs pary na godzinę, turbinę parową i urządzenia rozdzielcze. W siłowni znajdują się zbiorniki oleju (paliwa) w ilości wystarczającej na 6—7 dni.

Siłownie zabezpieczone przed zniszczeniem bombami muszą być gotowe do szybkiego puszczenia w ruch natychmiast w razie zniszczenia zwykłych siłowni. Muszą one dostarczać mocy w ciągu bardzo krótkiego czasu po uruchomieniu. Dla normalnych

wytwórni siłownie takie wystarczają. Dla dużych wytwórni potrzebne są siłownie mogące być natychmiastowo uruchomione, które zapobiegają jakimkolwiek przerwom w dostawach prądu.

Autor opisuje takie urządzenie, które można bardzo szybko uruchomić i które może dostarczać prądu po upływie 6—8 minut.

Urządzenie, które można uruchomić natychmiastowo, składa się z generatora Velox, akumulatora parowego i turbiny. Velox i turbina obliczone są na 360 lbs/cal², a akumulator na obciążenie 1 850 lbs. Turbozespół obraca się stale w fazie naprzód. W czasie czekania turbina obraca się z pełną ilością obrotów z otwartymi zaworami wlotowymi, lecz zamkniętymi zaworami sterującymi, napędzana generatorem biegnącym w fazie naprzód. Kondensator pracuje (chłodzony zimną wodą) tak, że turbina może biec pod próżnią, a co za tym idzie z nieznacznymi stratami.

Skoro generator zatrzyma się z powodu przerwy w dostawie prądu, wentyle sterujące turbiny otwierają się i poczyna ona produkować prąd. Akumulator dostarcza pary aż do uruchomienia generatora Velox. Velox uruchamia się automatycznie sam razem z turbiną. W ten sposób może on być w normalnym ruchu już po 3—4 minutach. *Lig.*

OBRONA PRZECIWLOTNICZA WE FRANCJI. *Le Génie Civil. Zref. z Technika (1937), Nr 8, str. 221.*

Francuskie Stowarzyszenie Inżynierów Cywilnych przeprowadza obecnie dokładne badania nad polepszeniem obronności przeciwlotniczej wszelkich obiektów inżynierskich i przemysłowych. W szczególności zwraca się uwagę na niebezpieczeństwo ataku lotniczego na przegrody dolin; przerwanie przegrody powoduje powódź, a nadto przerwę w dostawie energii elektrycznej, co ma doniosłe znaczenie z uwagi na to, że we Francji 50% energii pochodzi ze zakładów o sile wodnej. Przegrody masywne betonowe mniej są narażone na uderzenie bomb; atak lotniczy grozi niebezpieczeństwem raczej przegrodom żelbetowym i ziemnym, poza tym zaś urządzeniom pobocznym oraz zakładom właściwym, które najlepiej ukryć w samym masywie betonowym przegrody.

Biuletyn z posiedzeń Stowarzyszenia zawiera bardzo pouczające uwagi odnośnie obrony przeciwlotniczej dla wszystkich gałęzi przemysłu. *Lig.*

STOPY LEKKIE.

O MECHANICZNYCH WŁASNOŚCIACH ALIAŻY LEKKICH ALUMINIUM — MIEDŹ. *W. Broniewski i A. Pilko. Roczniki Akademii Nauk Technicznych, Warszawa t. III (1936), str. 231.*

Badania mechanicznych własności aliaży aluminium z miedzią, zawierających do 13% tego metalu były przeprowadzone na próbkach wyżarzanych do 300°, hartowanych w 525° i po zahartowaniu odpuszczanych w 185°. Ustalono w tych warunkach wytrzymałość na ciągnienie, granicę elastyczności, wydłużenie całkowite, proporcjonalne i przewężenia, przewężenie, twardość oraz udarność. Na podstawie tych danych wyliczono współczynnik Brinell'a i pracę potrzebną na zerwanie przy ciągnieniu.

Powyżej 1% Cu daje się zauważyć wpływ hartowania na wytrzymałość przy ciągnieniu, granicę elastyczności, przewężenie i twardość, ustalono w tych warunkach wytrzymałość na ciągnienie, granicę elastyczności, wydłużenie całkowite, proporcjonalne i przewężenia, przewężenie i twardość.

Wpływ odpuszczenia daje się zauważyć dla tych parametrów powyżej 3% Cu. Wydłużenie przy ciągnieniu (całkowite, proporcjonalne i przewężenia) różnią się przy hartowanych i odpuszczanych próbkach między 3—5% Cu. Udarność jest widoczna przy próbkach hartowanych aliaży o zawartości powyżej 1% Cu, ale ma nieznaczny tylko wpływ przy następnym odpuszczeniu.

Traktowanie termiczne daje najlepsze efekty przy odpuszczaniu aliaży o zawartości 5—6% Cu. Wytrzymałość na ciągnienie osiąga wtedy 40 kg/mm² przy wydłużeniu 20%, twardość 90 jednostek, udarność 1 kgm i praca zerwania 8 kgm.

Odpuszczenie aliaży zawierających 7—8% Cu pozwala podnieść wytrzymałość na ciągnienie do 46 kg/mm² przy obniżeniu się jednak wartości wydłużenia do 10%.

Aliaże lekkie Al/Cu poddane stosownemu działaniu termicznemu pozwalają osiągnąć a nawet przewyższyć mechaniczne własności właściwe duralom. *AKA.*

O MECHANICZNYCH WŁASNOŚCIACH ALIAŻY CYNK—ALUMINIUM. *W. Broniewski i W. Kowalski, Roczniki Akademii Nauk Technicznych, Warszawa, t. IV (1937), str. 216.*

Studia nad własnościami mechanicznymi były wykonane dla aliaży walcowanych Zn/Al zawierających 0—20 Zn i 76—100% Al, które były żarzone, hartowane i odpuszczane do zwykłej temperatury. Dla aliaży bogatych w cynk wyżarzenie wykonywano przez 30-minutowe ogrzewanie do 100° i ochłodzenie w powietrzu. Po hartowaniu w 350° następowało odpuszczenie swobodne w ciągu 3 tygodni.

Aliaże bogate w Al wyżarzano 30 min w 400°, następnie ochładzano w stopionym krzemie. Hartowano w 540°, po czym odpuszczano swobodnie w ciągu 10 dni.

Badanie własności mechanicznych przeprowadzono również dla aliaży potrójnych, zawierających 3% Cu dodanej do aliaży zbadanych uprzednio. Te potrójne aliaże wytrzymują te same próby termiczne co aliaże podwójne.

Ustalono w wyżej podanych warunkach: wytrzymałość na ciągnienie, granicę elastyczności, wydłużenie całkowite, proporcjonalne i przewężenia, twardość i udarność. Wyliczono po otrzymaniu tych danych współczynnik Brinell'a i pracę potrzebną do zerwania przy ciągnieniu.

Dla aliaży podwójnych, bogatych w cynk zauważono powiększenie się wydłużenia do 100% przy hartowaniu, podczas gdy analogicznie dla aluminium osiąga ono 18%. Przeciwnie cynk zdawał się prawie całkowicie tracić właściwość wydłużenia i wydłużenia w przewężeniu. Twardość w większości tych aliaży jest za mała dla technicznego zastosowania.

Dla aliaży podwójnych, bogatych w Al zauważono, że hartowanie powiększa wytrzymałość na zerwanie i ich granicę elastyczności, ale zmniejsza wydłużenie w ten sposób, że praca potrzebna na zerwanie przez ciągnienie zmniejsza się przez hartowanie.

Twardość aliaży bogatych w cynk powiększa się przy dodatku 3% Cu do tego stopnia, że aliaże zawierające 7—25% Al odpowiadają tą własnością aliażom przemysłowym.

Dodatek Cu do aliaży bogatych w Al powiększa ich wytrzymałość na ciągnienie i ich twardość, która dla aliaży hartowanych może przekroczyć 45 kg/mm² i 120 jedn., ale wydłużenie przy ciągnieniu i udarność spada do 7% i 0,5 kgm. Pomiędzy aliażami lekkimi cynk-aliuminium z 3% Cu najlepsze średnie własności występują u tych, które mają 14% Zn w stanie żarzowym.

Te aliaże w stanie walcowanym nie dorównują duralom, ale stwierdzono przez przeprowadzenie licznych badań, ustalających wpływ różnych dodatków, badań, których nie przeprowadzono dla układu cynk-aluminium, że mogą być ulepszone. *AKA.*

O MECHANICZNYCH WŁASNOŚCIACH ALIAŻY GLIN-MAGNEZ. *W. Broniewski, P. Bernaciak i S. Błażewski. Roczniki Akademii Nauk Technicznych. Warszawa, t. IV. (1937) 289.*

Badania mechanicznych własności przeprowadzono na aliażach walcowanych glin-magnez zawierających 0—12 i 90—100% magnezu.

Aliaże zbliżone do czystego aluminium wytrzymują następujące traktowanie termiczne: *a)* wyżarzanie w 450° i następne ochłodzenie przez 12 dni do temp. 100°, *b)* hartowanie przez zanurzenie do wody po 5-cio godzinnym wyżarzaniu w temperaturze 450°, *c)* odpuszczenie przez 3 godzinne ogrzanie hartowanego aliażu do 200°.

Dla aliaży zbliżonych do czystego magnezu, które okazały się odporniejsze na działanie termiczne, wykonano ogrzanie przez 15 min. do 400° i otrzymano w rezultacie zatrzymanie formy hartownej.

Wykonano również pomiary własności mechanicznych dla wszystkich aliaży po zahartowaniu w 20%.

Dla aliaży zbliżonych do czystego aluminium badano własności mechaniczne po hartowaniu w powietrzu, poprzedzonym ogrzaniem przez 30 min. do 450°.

Dla analizy zbliżonych do aluminium efekt traktowania termicznego dał się odczuć w tych, które zawierały więcej niż 5% magnezu. Najlepsze rezultaty otrzymano przy hartowaniu w wodzie. Hartowanie w powietrzu dawało mniej zadawalające własności mechaniczne, aniżeli hartowanie w wodzie; czas ogrzewania — 30 min. do temperatury 450° był niewystarczający.

Hartowanie pozwalało przy aliażach zbliżonych do aluminium w 20% przekroczyć R = 40 kg/mm² przy jednoczesnym obniżeniu się wartości wydłużenia do 10%. W tych samych warunkach aliaże bogate w magnez wykazywały R = 34 kg/mm² i H = 65 przy wartości zmniejszenia się wydłużenia do 5% (R — wytrzymałości na ciągnienie H — twardość w st. Brinell'a).

Aliaże bogate w aluminium objawiają tego samego rzędu mechaniczne własności co aliaże glin-miedź i lepsze gatunki duralu lub też często je przewyższają. I tak praca na zerwanie przez ciągnienie próbek aliażu o 11,3% Mg osiąga 9 kgm, R=38 kg/mm² i A = 26% (hartowane) lub R = 45 kg/mm² i A = 22% (odpuszczone) (A — wydłużenie).

Aliaże zbliżone do magnezu wykazują własności mechaniczne gorsze od duralów, jeżeli nie weźmiemy pod uwagę różnicy ciężarów właściwych. Biorąc za podstawę do porównywania nie przekrój lecz ciężar równy, zauważy się, że wtedy aliaże zbliżone swym składem do magnezu (6—8% Al) mogą przy równych ciężarach wytrzymać działanie równe, jak durale i zrywają się dopiero przy równowartościowym wydłużeniu granicznym. *AKA.*

PODRĘCZNIK ALUMINIUM. *Wyd. 8. Aluminium Zentrale, Berlin 1937 r., str. 377.*

Obszerna ta książeczka stanowi pewnego rodzaju vademecum z dziedziny glinu jako metalu. Zestawione tam dane są niezbędne dla każdego kto konstruuje lub pracuje w glinowych urządzeniach. Zestawione są cechy metalu i jego stopów, ich możliwości wytrzymałościowe, metody badań materiałów glinowych, jednym słowem to co konstruktorzy i instalatorzy praktycznie wiedzieć winni. Wyczerpująco potraktowano otrzymanie i obróbkę stopów, zwłaszcza zagadnienie hartowania i rekrystalizacji, następnie problem korozji i ochrony przed nią. Obszerny rozdział traktuje o własnościach chemicznych i fizykochemicznych glinu. Bardzo ciekawe jest zestawienie w dużej tabeli odporności glinu na działanie czynników chemicznych (400 subst.). Glin w elektrotechnice oraz obszerna bibliografia materiału zamykają tę wartościową książeczkę.

St.

DIN. 1713. STOPY GLINU. Normy DIN zawierają krótko ujęty dopuszczalny dla danego typu stopu skład chemiczny, warunki wytrzymałościowe i krótkie oznaczenie np. Al Cu Mg. *St.*

ANALIZA GLINU I JEGO STOPÓW. *Aluminium-Zentrale 1937.*

Zeszyt zawiera krótko ujęte normy dla analizy glinu i lekkich stopów zawierających glin w dominującym procencie.

Opis pobrania próbki, oznaczenie SiO_2, Fe, Cu, Mg, Mn, Zn, wraz z najnowszymi metodami i użyciem nowszych odczynników składa się na dobrą całość. *St.*

POSTĘPY W SPAWANIU ŁUKOWYM ALUMINIUM I JEGO STOPÓW. *Carl Auchter, Zeit. für Metallkunde 1937 r., Nr 9, str. 310.*

Spawanie metali lekkich stosowane stosunkowo niedawno przeszło w krótkim czasie ogromną ewolucję. Początkowo ten rodzaj obróbki ograniczał się tylko do czystego aluminium, obecnie postęp w spawaniu łukowym glinu i jego stopów pozwala w każdym wypadku na uzyskanie połączeń bez zarzutu. Do takiego wniosku dochodzi autor artykułu na podstawie badań przeprowadzonych nad spawaniem i właściwościami po spawaniu szeregu stopów omówionych w normie D. I. N. 1713, które to badania przedstawia obszernie, ilustrując tabelami, wykresami i zdjęciami fotograficznymi części obiektów spawanych. Konstruktorzy zatem mają obecnie możność w przeważnej ilości wypadków projektować połączenia spawane. *K.*

BADANIA SPAWANYCH STOPÓW ALUMINIUM. *Emil von Rajakowicz. Zeit. für Metallkunde 1937 r., str. 315.*

Rozpatrzono w artykule zalety i wady różnych rodzajów spawania dla stopów Al i porównano właściwości wytrzymałościowe szwów spawanych autogenicznie i elektrycznie. Omówiono też różnice między spawaniem przez wyoblenie blach a spawaniem z materiałem dodatkowym. Dalej rozpatrzono wpływ uszlachetnienia po spawaniu na wytrzymałość spoiny i podano badania nad odpornością na korozję spawanych stopów Al metalizowanych przez natryskiwanie wzdłuż spojenia. *K.*

Zwracamy uwagę, że w „Przeglądzie Chemicznym" 2, 57 1938 r. umieściliśmy notatkę o zjeździe niemieckim poświęconym zagadnieniom magnezu jako metalu. Obecnie referaty przez nas cytowane ukazały się w broszurce pt.: „WERKSTOFF MAGNESIUM" wydanej przez V. D. I. Berlin N. W. 7. 1938 r., str. 149.

TWARDY METAL BAILDONIT. *Wiadomości Grupy Producentów Narzędzi, Nr 2 1938.*

Bardzo interesującą i ciekawą jest wiadomość, że młody przemysł twardych (spiekanych) węglików ma w Polsce nie tylko doskonałe warunki rozwoju, ale w dodatku umie je wykorzystać, wykazując wielką prężność i rzutkość; produkcja wzrosła z ok. 4 kg w czerwcu 1937 r. do ok. 24 kg w marcu 1938 r., a więc sześciokrotnie.

Jedynym producentem węglików w Polsce jest Huta Baildon, przy czym na specjalne podkreślenie zasługuje fakt, że zagadnienie produkcji zostało ujęte w sposób świadczący o dużym wyrobieniu obywatelskim: oto nie wykupiono licencji zagranicznej, jak to zrobiły nawet takie firmy jak Krupp (patent fmy Osram), lecz oparto się na własnych badaniach i pracach, których owocem był twardy metal „Baildonit".

Dla zobrazowania wartości podjętej produkcji wystarczy przytoczyć fakt, że za 1 kg płytek zagranicznych płacimy 700—800 zł, podczas gdy za surowce potrzebne do wyrobu 1 kg Baildonitu tylko 50—60 zł. Już dziś oszczędności na dewizach wynoszą ok. 200 000 zł rocznie.

Baildonit jest wyrabiany w płytkach i nalutowywany na zwykłe noże, pozatem wyrabia się z niego także przeciągadła do drutu, rur, grafitu itp., co pozwala na bardzo znaczne oszczędności i uzyskanie dużych dokładności; o różnicy może świadczyć fakt, że najlepsze dotychczasowe dysze stalowe pozwalały na wyprasowanie ok. 9 000 mb elektrod grafitowych, przy czym zwiększenie średnicy dochodziło do 0,76 mm, podczas gdy dysze z Baildonitu po wyprasowaniu 50—60 000 mb pręcików grafitowych wykazały zwiększenie średnicy zaledwie o 0,1 mm.

Z. S.

SPIS CZASOPISM LOTNICZYCH

Polskie:

1. Lot i Obrona Przeciwlotn.-Gazowa	2-tyg.
2. Lot Polski	2-tyg.
3. Polska Skrzydlata	M
4. Pracownik Lotnictwa	M
5. Przegląd Lotniczy	M
6. Techniczne Nowości Lotnicze	M

Amerykańskie:

7. Aero Digest	M
8. Air Law Review	Kwart.
9. U. S. Air Service	M
10. Aviation	M

Angielskie:

11. Aeroplane	Tyg.
12. Air Force List	M
13. Aircraft Engineering	M
14. Airways and Airports	M
15. The Flight	Tyg.
16. Journal of the Royal Aeronautical Society	M
17. The Sailplane and Glider	M

Belgijskie:

18. La Conquête de l'Air	M

Francuskie:

19. L'Aérophile	M
20. L'Aeronautique	M
21. L'Aéro	Tyg.
22. Les Ailes	Tyg.
23. L'Air	2-tyg.
24. Aviation Francaise	Tyg.
25. L'Avion	
26. Bull. Navigation aerienne	M
27. Journal de l'Aeronautique	
28. Revue Aéronautique de France	M
29. Revue Aéronautique International	Kw.
30. Revue de l'Armée de L'Air	niereg.
31. Revue generale de l'Aéronautique	Kw.
32. Revue generale de Droit Aérien	Kw.
33. La Science Aérienne	2-mies.
34. La Technique Aéronautique	Kw.

Hiszpańskie:

35. Revista de Aeronautica	M

Niemieckie:

36. Deutsche Luftwacht (Luftwissen)	M
37. Flugsport	2-tyg.
38. Luftfahrtforschung	niereg.
39. Luft und Kraftfahrt	M
40. Nachrichten für Luftfahrer	Tyg.

Rosyjskie:

41. Awiapromyszlennostj	10 zesz. rocz.
42. Granżdanskaja awiajazjia	M
43. Tiechnika Wozdusznogo Flota	10 zesz rocz.
44. Wiestnik Wozdusznogo Flota	M

Rumuńskie:

45. Romania Aeriana	M

Szwajcarskie:

46. Aero-Revue Suisse	M

Węgierskie:

47. Aviatica	M

Włoskie:

48. L'Aeronautica	M
49. L'Aerotechnica	M
50. L'ala d'Italia	M
51. L'Aviazione	M
52. Rivista Aeronautica	M

SPIS CZASOPISM, KTÓRE PORUSZAJĄ PROBLEMY LAKIERNICZE.

Amer Paint Journal.
Apparatebau.
Asphalt und Teer.
Chem. Metalurg. Engineering.
Chem. Umschau a. d. Gebiete d. Fette, Öle, Wachse u. Harze.

Chemiker Zeitung.
Drugs, Oils and Painsts.
Farbe und Lack.
Farbenmarkt.
Farben-Zeitung.
Fortschritte d. naturwiss. Forschungen. Neue Folge.
Industrial and Engineering Chemistry.
Journal of the Oil and Colour Chemists Assoc.
Journal of the Society of Dyors and Coulorists
Journal russ. phys. chem. Ges.
Korrosion und Metallschutz.
La Technique Modern.
Moniteur Prod. Chim.
Oil and Colour Trades Journal.
Paint oil, Chem. Rev.
Revue des Produits Chimiques.
The Analyst.
The Ind. Chemist. and chemical Manufacturen, London.
Zeitschrift für angewandte Chemie.

NOTATKI BIBLIOGRAFICZNE

CHEMIA ANALITYCZNA I ANALIZA TECHNICZNA.

O analizach, ich zakresie i wykorzystaniu przy roślinnych surowcach garbujących, brzeczkach i ekstraktach garbarskich.
J. A. Sagoschen (tłum. A. Wentland), Przegląd Garbarsko- Techniczny, 4. *92—93 (1938).*
Znaczenie chemicznej kontroli surowców i fabrykatów w przemyśle garbarskim. Pobranie próbki do analizy (d. c. n.).

FIZYKO - CHEMIA.

O szybkości rozpuszczania się metali.
E. Bekier. Warszawa 1937. Odbitka z „Przeglądu Technicznego“. str. 22.

O szybkości rozpuszczania się ciał rozdrobnionych VI.
W. Jacek. Roczniki Chemii 18. 18—23. (1938).

O szybkości rozpuszczania się ciał rozdrobnionych VII.
W. Jacek. Roczniki Chemii 18. 24—30. (1938).
Pośredni sposób stwierdzenia stosowalności ogólnego równania na szybkość rozpuszczania.

Szybkość rozpuszczania się magnezu w wodnym roztworze chlorku amonowego.
E. Bekier, S. Grażewicz. II. Roczniki Chemii 18. 9—15. (1938).

ELEKTROCHEMIA.

Lampy sodowo-rtęciowe.
M. Wodnicki, Wiadomości Elektrotechniczne, 6. *126—129 (1938). C. d.*

PRZEMYSŁ NIEORGANICZNY.

Budowa zbiornika i zakładu wodno-elektrycznego w Rożnowie.
St. Jarząbek, Cement, 8. *21—27 (1938).*
(Dok.) Zagadnienie ujęte od strony zadań laboratorium betonowego. Kontrola betonu.

Fabryki betonu.
J. Nechay, Cement, 8. *48—53 (1938).*
Powstanie, urządzenia i opłacalność „fabryk betonu“.

Osadniki przenośne do odwadniania i odpiaszczania szlamu gliniastego pomysłu J. Rakowskiego, Patent Nr 24 868.
Przegląd Budowlany 10. *dod. Przegląd Ceramiczny* 7. *220—221 (1938).*

Wpływ wody morskiej na beton.
St. Tarnowski, Przegląd Budowlany, 10. *184—186 (1938).*

METALURGIA, HUTNICTWO I KOROZJA.

Aglomeracja rudy i jej korzyści.
E. Terlecki, Przegląd Górniczo-Hutniczy, 30. *155—165 (1938).*
Zestawienie ilości posiadanych w kraju miałkich rud żelaznych. Uzasadnienie potrzeby założenia spiekalni rudy i opis procesu spiekania. Sprecyzowanie pojęcia aglomeratu. Koszt ruchu spiekalni rudy i korzyści jakie daje aglomeracja.

Hutnictwo stalowe na wystawie samochodowej, Berlin, 1938.
L. K. Życie Techniczne 14. *140—142. (1938).*

Litwa a polskie hutnictwo żelazne.
E. Czechowicz. Hutnik 10. 244—48. (1938).
Statystyka handlu zagranicznego Litwy i taryfa celna.

Metoda elektromagnetycznego wykrywania pęknięć w stali.
K. Kornfeld, Przegląd Techniczny, 77. *223—227 (1938).*

Molibden. (Minerały, złoża, przeróbka kruszców, metalurgia, zastosowania przemysłowe, produkcja i ceny).
A. Drath, Przegląd Mechaniczny, 4. *216—223 (1938) d. c. n.*
Autor stwierdził niedawno występowanie molibdenitu w krystalicznym Masywie Wołyńskim. Istnieje możliwość znajdowania na tym obszarze większych ilości tego kruszcu. Opis znaczenia molibdenu dla metalurgii i charakteru metalu; zastosowania przemysłowe. Podanie cen światowych.

Porównanie metod określania wielkości ziarn austenitu.
A. Skąpski, W. Kita, S. Orzechowski. Hutnik 10. 209—25. (1938).

Spawanie miedzi i jej stopów.
P. i H., Technika Cieplna, 16. *58—61 (1938).*

Z dziejów hutnictwa na Wileńszczyźnie.
Z. J. Korybutiak. Hutnik 10. 240—44. (1938).
Eksploatacja rudy żelaznej w puszczy nalibockiej. Wytapianie surówki w Rudni Nalibockiej. Walcownia w Kleciszczu.

INŻYNIERIA CHEMICZNA I CHEMIA GOSPODARCZA.

Inwestycje w przemyśle naftowym.
T. Mikucki, Przemysł Naftowy, 13. 137—139 (1938).

Kryzy do pomiaru ilości przepływu.
M. Głodo, Technik, 11. 133—149 (1938).

Nowy sposób zasilania chłodnic i komór chłodniczych.
St. Zamenhof, Poradnik Mleczarski i Jajczarski, 4. 192—195 (1938).
Opis metody i uzasadnienie korzyści, jakie daje przy zastosowaniu do chłodzenia nabiału.

Urządzenia chłodnicze rzeźni w Gdyni.
R. Huculak, W .I. 1. Nr 4. 20—23 (1938)

POŻARNICTWO.

Zabezpieczenie zbiorników cieczy łatwo palnych.
L. Tucker, Przegląd Pożarniczy, 24. 75—80 (1938).
Rozmieszczenie i zabezpieczenie zbiorników z punktu widzenia ochrony przed pożarem i napadem lotniczym.

TECHNOLOGIA ORGANICZNA OGÓLNA.

Badania nad bezpośrednim chlorowaniem pirydyny.
Z. Rodewald, E. Płażek. Roczniki Chemii 18. 39—43. (1938).

Chemia organicznych środków leczniczych.
S. Weil. Lwów 1937. Wyd. Zakl. Nar. im. Ossolińskich. str. 588.

Kilka uwag o znaczeniu zdolności hartowania żywic sztucznych.
T. Domański, W. Kwinta. Przemysł Chemiczny 22. 107—10. (1938).

O kondensacji aryloamidów z bezwodnikiem dwuacetylowinowym.
A. Wróbel. Roczniki Chemii 18. 16—17. (1938).

10 - oksymetafenantrolina.
J. S. Turski, H. Klejn. Roczniki Chemii 18. 31—55. (1938).

Polityka gumowa: Przyśpieszacze.
Przegląd Gumowy, 1. 36—38 (1938).
Rola przyśpieszaczy w wulkanizacji. Empiryczny charakter wiedzy o przyśpieszaczach. Problem krajowej produkcji przyśpieszaczy.

Przyczynek do badania lakierów olejnych pigmentowych.
A. Ruff, A. Krynicki. Przemysł Chemiczny 22. 110—12. (1938).

TECHNOLOGIA NAFTY I MATERIAŁÓW PĘDNYCH.

Gazy ziemne i gazy rafineryjne jako surowiec dla produkcji polimeryzowanych paliw płynnych.
W. Bóbr, Przemysł Naftowy, 13. 39—42, 64—68, 100—104, 120—123 (1938).
Przyczyny powstania produkcji polimeryzowanych paliw płynnych. Charakterystyka surowców, teoretyczne podstawy procesów produkcyjnych, zastosowanie polimeryzacji gazów w Stanach Zjednoczonych A. P., i możliwości Polski w odniesieniu do tej produkcji.

Kopalnictwo Naftowe w Polsce.
Sprawozdanie roczne 1937. 4. 246—328 (1937).
Obszerne sprawozdanie bardzo obficie ilustrowane danymi statystycznymi.

Kopalnictwo Naftowe w Polsce.
5.Nr 1, 1—24 (1938). Nr 2, 25—49, Nr 3, 51—74 (1938).
Statystyka wierceń i produkcji za styczeń, luty i marzec b. r.

Nowoczesne silniki spalinowe i paliwa.
M. Kołmakow, Wołyńskie Wiadomości Techniczne, 13. Nr 5. 3—5 (1938). Dokończenie.

Produkcja benzyny syntetycznej z węgla.
W. Bóbr, Przegląd Techniczny, 77. 277—286 (1938).

Przemysł rafineryjny w roku 1937.
P. Wrangel. Polska Gospodarcza 19. 681—85. (1938).
Statystyka produkcji, zbytu krajowego i eksportu produktów naftowych.

Rozwój techniki kopalnictwa naftowego za czasów polskich.
Z. Bielski, Nafta, 17, 57—63 (1938).

TECHNOLOGIA SUROWCÓW ROŚLINNYCH I ZWIERZĘCYCH.

Badania nad barwnikiem czerwonych buraków (Beta vulgaris L.).
J. Chmielewska. I. Roczniki Chemii 18. 1—8. (1938).

Ekstrakcja drewna za pomocą jednoetylowego eteru glikolu.
W. Dominik, M. Haus. Przemysł Chemiczny 22. 97—107. (1938).

Horoskopy w gorzelnictwie na przyszłość.
J. M., Przemysł Rolny, 4. 60—61 (1938).

Mleczko kauczukowe.
G. Openheim. Przemysł Chemiczny 22. 113—18. (1938).
Metody otrzymywania i własności fizyko-chemiczne. Zagadnienie koagulacji i stężania mleczka.

O ciągłej fermentacji.
A. Joszt, Przemysł Rolny, 4. 55—60 (1938).
Wyjaśnienie co to jest ciągła fermentacja. Przykłady ciągłej fermentacji i możliwość zastosowania jej w gorzelni skrobiowej.

Warunki produkowania kazeiny.
M. Ledóchowski, Poradnik Mleczarski i Jajczarski, 4. 217—220 (1938).
Szkic technologii produkcji kazeiny wraz z obliczeniami kosztów instalacji.

Znaczenie pomiarów wartości pH przy „farbach".
A. Salkin, Przegląd Garbarsko-Techniczny, 4. 70—72 (1938).
Czynniki wpływające na zmianę pH w brzeczkach. Korygatory. Kontrola i korygowanie pH jako warunek racjonalnego procesu garbowania.

KSZTAŁCENIE I ORGANIZACJA PRAC BADAWCZO-TECHNICZNYCH.

O przygotowaniu teoretycznym i praktycznym inżynierów pracujących w gazownictwie.
C. Świerczewski, Odbitka z czasopisma Gaz, Woda i Technika Sanitarna, 1937, stron 40+47.
Krótka charakterystyka terenu pracy inżyniera gazownika. Obszerny opis organizacji szkolnictwa gazowniczego w Anglii, Niemczech, Francji, Czechosło-

wacji i Stanach Zjednoczonych A. P. Historyczny szkic rozwoju szkolnictwa dla inżynierów i techników gazowników w Polsce oraz dokładne przedstawienie stanu i programów wyszkolenia dla gazowników w chwili obecnej.

W sprawie szkolenia i kwalifikacji przyszłych kierowników gorzelni.
A. Tychowski, Przemysł Rolny, 4. 61—62 (1938).

TECHNIKA SANITARNA.

Chlorowanie wody i ścieków kanałowych.
J. Stiksa, Gaz, Woda i Technika Sanitarna, 18. 57—69 (1938).
Odkażające działanie chloru. Sposób przeprowadzenia, aparatura, kontrola i koszta chlorowania.

Ochrona wód przed zanieczyszczeniem w świetle obowiązującego ustawodawstwa.
T. Mikucki, Przemysł Naftowy, 13. 161—165 (1938).

BEZPIECZEŃSTWO I HIGIENA PRACY.

Bezpieczeństwo pracy a wentylacja.
K. Papi, Przegląd Techniczny, 77. 356—357 (1938).

RÓŻNE.

X. Sprawozdanie Izby Przemysłowo - Handlowej w Warszawie za rok 1937.
10. *I—VII, 1—88 (1938)*
Zarys sytuacji gospodarczej w roku 1937. Szczegółowe przedstawienie działalności Izby Przemysłowo-Handlowej w Warszawie w roku 1937.

PRZEGLĄD PATENTÓW POLSKICH

Marzec 1938.

P. P. 26211 Aktiebolaget Max Sievert (Szwecja). PALNIK GAZOWY na płynne paliwo.
„ 26206 Lec Usines de Melle (Francja). Sposób prowadzenia FERMENTACJI ALKOHOLOWEJ.
„ 26192 Chemiczny Instytut Badawczy. Warszawa. Sposób ODWADNIANIA SPIRYTUSU.
„ 26196 Eugène Schueller (Francja). Sposób FARBOWANIA WŁÓKIEN ZWIERZĘCYCH, włosów lub podobnych materiałów za pomocą siarczku srebra.
„ 26248 Durand i Huguenin A.-G., (Szwajcaria). Sposób DRUKOWANIA BARWNIKAMI zaprawowymi.
„ 26225 I. G. Farbenindustrie. ŚRODEK DO PRANIA I OCZYSZCZANIA.
„ 26163 Louise Adolphine Nelis oraz Henri, Jean i Paul Hardy (Belgia). Sposób wytwarzania BRYKIETÓW, produktów pobocznych, otrzymywanych z tych brykietów, ewentualnie z unieszkodliwioną zawartością siarki, oraz ODSIARCZONEGO WĘGLA zziarnowanego, z węgla kamiennego, brunatnego lub ich mieszanin.
„ 26214 American Magnesium Metals Co (U. S. A.). Sposób OTRZYMYWANIA WODORU przez przeprowadzenie reakcji tlenku węgla lub mieszanin gazowych zawierających ten składnik, z parą wodną.
„ 26273 Z. F. Z. A., Mościce. Urządzenie do POCHŁANIANIA CHLOROWODORU.
„ 26260 I. G. Farbenindustrie. Sposób WYTWARZANIA PODSIARCZYNÓW za pomocą elektrolizy.
„ 26261 Pacific Coast Borax Co (U S. A.). Sposób ŁUGOWANIA SOLI POTASOWYCH z mieszaniny soli surowych
„ 26221 I. G. Farbenindustrie. Sposób wytwarzania SOLI BIZMUTU rozpuszczalnych w olejach.
„ 26172 Walenty Dominik (Polska). Sposób otrzymywania STĘŻONEGO KWASU OCTOWEGO z surowego octu drzewnego.
„ 26177 Walenty Dominik. Sposób przeróbki OCTU DRZEWNEGO.
P. P. 26186 Walenty Dominik. Sposób przeróbki OCTU DRZEWNEGO LUB SPIRYTUSOWEGO
„ 26224 Geseltschaft für Chemische Industrie in Basel. Sposób WYTWARZANIA wielordzeniowych podstawionych nienasyconych KETONÓW pierścieniowych ze steryn i kwasów żółciowych
„ 26245 I. G. Farbenindustrie. Sposób wytwarzania JEDNOSULFOKSYLANÓW ARSENOBENZENÓW.
„ 26218 Fa Hermann Frank (Niemcy). Urządzenia do ZMIĘKCZANIA I OCZYSZCZANIA WODY.
„ 26174 Follsain Syndicate Limited (Anglia). STOP i sposób jego obróbki
„ 26229 Witold Twaróg (Polska). Sposób wykonywania NAWIERZCHNI DROGOWEJ z makadamu cementowego z powłoką bitumiczną
„ 26181 M. Godlewicz i Stanisław Pilat (Polska). Sposób WYDZIELANIA PARAFINY lub innych SUBSTANCJI STAŁYCH z ich mieszanin z cieczami.
„ 26176 Lodowico Mandelli (Niemcy). PALIWO do silników spalinowych i sposób jego wytwarzania
„ 26171 Standard Oil Co of California. Ciekły OLEJ smarowy.
„ 26265 Nechuma, Rafael i Ber Fuks (Polska). Sposób wyrobu MYDŁA.
„ 26241 „Dica“ S A. (Szwajcaria). PALNIK do paliw płynnych
„ 26161 A. E. G. (Niemcy). PALENISKO do spalania grubego pyłu węglowego.
„ 26226 Henri Jacques Bivort (Belgia). PIEC SZKLARSKI ogrzewany elektrycznością.
„ 26209 Raimund Culk (Austria). GRZEJNIK czarkowy na paliwo ciekłe
„ 26246 I. G. Farbenindustrie. Sposób wytwarzania MAS dających się kształtować,
„ 26230 Berzelius Metallhütten - Gesellschaft. — (Niemcy) Sposób otrzymywania KADMU METALICZNEGO oraz urządzenie służące do tego celu.

P. P. 26235 I. G. Farbenindustrie. Sposób przetapiania i oczyszczania LEKKICH METALI zawierających magnez, zwłaszcza magnezu i wysokoprocentowych stopów magnezowych.

„ 26240 Stefan Królikowski (Polska). PRZYRZĄD DO MIERZENIA ILOŚCI PŁYNÓW w naczyniach.

„ 26207 Maria Schoene (Polska). Sposób TĘPIENIA SZKODNIKÓW tytoniowych przy pomocy chloropikryny.

„ 26271 Two Kontynentalne dla Handlu i Przemysłu (Polska). Sposób bezpośredniego CHROMOWANIA METALI elektrododatnich względem wodoru i ich stopów.

„ 26208 Schering-Kahlbaum (Niemcy). Sposób wytwarzania POWŁOKI TLENKOWEJ na glinie lub stopach glinowych.

„ 26272 Śląski Przemysł Cynkowy i Cynkownia Warszawska. Sposób wytwarzania żelaznych BLACH OCYNKOWANYCH pokrytych barwiącymi tlenkami ochronnymi.

P. P. 26195 I. G. Farbenindustrie. Sposób SPAWANIA ODLEWÓW z magnezu i stopów magnezu.

„ 26170 N. V. Philips' Gloeilampenfabricken (Niderlandy). Sposób wytwarzania samobarwiącej się WARSTWY ŚWIATŁOCZUŁEJ zawierającej związek dwuazonowy, składnik barwnikowy oraz substancję w postaci proszku o odczynie zasadowym.

„ 26233 N. V. Philips' Gloeilampenfabricken. EKRAN FLUORYZUJĄCY.

„ 26197 Henryk Przeździecki (Polska). Urządzenie do UTRZYMYWANIA PRZEDMIOTÓW LEKKICH W CIECZY na dowolnej głębokości.

„ 26232 René Augusti Henry (Belgia). Urządzenie do wytwarzania ROZTWORÓW LUB ZAWIESIN substancji ziarnistych lub sproszkowanych.

„ 26200 Dario Teatini (Belgia). Sposób OCZYSZCZANIA SOKÓW CUKROWYCH w cukrowniach i rafineriach.

B. K.

Z J A Z D Y I W Y S T A W Y

IV ZJAZD CHEMIKÓW POLSKICH W WILNIE 29. VI. — 2. VII. 1938.

Protektorat nad IV-tym Zjazdem Chemików Polskich, który odbędzie się w Wilnie od dnia 29. VI. do 2. VII. 1938 r., przyjął Pan Prezydent Rzeczypospolitej Polskiej Prof. Dr Ignacy Mościcki.

Równocześnie w ramach Zjazdu odbędzie się uroczysty obchód dla uczczenia stuletniej rocznicy śmierci J. Śniadeckiego.

Tymczasowy program Zjazdu:

Środa, dnia 29 czerwca 1938 r.

Przedp.: Zwiedzanie miasta i dorocznego jarmarku (kiermaszu) regionalnego św. Piotra i Pawła.
15.30 Posiedzenie Rady Zjazdu.
16.30 Inauguracja Zjazdu. Odczyt Prof. Dr Tadeusza Miłobędzkiego: „Nowa chemia dawnych typów".
19.30 Litania w Ostrej Bramie.
20.15 Złożenie hołdu na Rossie.
21.15 Herbatka.

Czwartek, dnia 30 czerwca 1938 r.

9.00 — 11.30 Posiedzenia sekcji.
12.00 Akademia ku czci J. Śniadeckiego. (Urządzona przez Uniwersytet Stefana Batorego w Wilnie). Zagajenie Jego Magnificencji Księdza Rektora Uniwersytetu Stefana Batorego Aleksandra Wóycickiego. Przemówienia: Prof. Dr h. c. Kazimierza Sławińskiego, Prof. Dr Aleksandra Januszkiewicza.
17.30 Uroczyste posiedzenie Zjazdu Chemików i Fizjologów Polskich poświęcone twórczości J. Śniadeckiego. Przemówienia: Prof. Dr Wiktora Lampego: „Jędrzej Śniadecki i Jego działalność chemiczna". Prof. Dr Włodzimierza Mozołowskiego: „Jędrzej Śniadecki jako fizjolog".
19.45 Pochód na kopczyk J. Śniadeckiego. (Urządza Uniwersytet Stefana Batorego w Wilnie).

Piątek, dnia 1 lipca 1938 r.

9.00 Plenarne posiedzenie sekcji chemii nieorganicznej. Odczyt Prof. Dr Wiktora Jakóba: „Chemia nieorganiczna w dobie współczesnej i jej stosunek do nauk pokrewnych".
10.15 — 13.15 Posiedzenia sekcji.
15.15 — 17.45 Posiedzenia sekcji.
18.00 Plenarne posiedzenie sekcji chemii przemysłowej. Odczyt Dyr. Inż. Edmunda Trepki: „Postępy techniczne polskiego przemysłu chemicznego w ostatnim pięcioleciu".

Sobota, dnia 2 lipca 1938 r.

9.00 Plenarne posiedzenie sekcji chemii fizycznej. Odczyt Prof. Dr Alicji Dorabialskiej: „Oblicze współczesnej chemii fizycznej za granicą i w Polsce".
10.15 — 13.15 Posiedzenia sekcji.
15.15 Plenarne posiedzenie sekcji chemii organicznej. Odczyt Prof. Dr Jerzego Suszki: „Dążenia i zdobycze chemii organicznej w okresie powojennym".
17.00 Plenarne posiedzenie Zjazdu. Odczyt Inż. Eugeniusza Bergera: „O ważniejszych materiałach zastępczych".

18.30 Zamknięcie Zjazdu.

21.00 Herbatka pożegnalna.

Niedziela, dnia 3 lipca 1938 r.

Wycieczki.

Zniżki kolejowe. Uczestnikom Zjazdu Ministerstwo Komunikacji przyznało 50% zniżki kolejowej za okazaniem karty uczestnictwa, które Lokalny Komitet Wykonawczy prześle w pierwszych dniach czerwca wszystkim członkom Zjazdu.

Zakwaterowanie. Członkowie Zjazdu, którzy życzą sobie zarezerwować pokoje w hotelach, domach prywatnych lub schroniskach, proszeni są o najrychlejsze zakomunikowanie pod adresem: Lokalny Komitet Wykonawczy, Wilno, ul. Nowogródzka 22, następujących danych: 1) data przyjazdu, 2) czas pobytu w Wilnie, 3) kategoria hotelu, względnie ceny, w jakich pragnęliby mieć pokój. Zamówienia kwater należy zgłosić do 10 czerwca br., po tym terminie Lokalny Komitet Wykonawczy nie może ręczyć za zarezerwowanie kwater".

Wycieczki. Lokalny Komitet Wykonawczy projektuje dla uczestników Zjazdu i osób towarzyszących zorganizowanie zwiedzenia miasta i następujących wycieczek:

1. Zwiedzanie miasta — środa czwartek przed południem.
2. Wyjazd statkiem do Werek — czwartek 18.30 i piątek 16—19.
3. Wyjazd autobusem do Trok — piątek i sobota od 9 do 14-tej.
4. Wyjazd autobusem nad jezioro Narocz — niedziela, wycieczka całodzienna.
5. Wyjazd do Zułowa — sobota 9—16.

Wycieczki odbędą się w razie zgłoszenia się dostatecznej ilości osób. Koszty wycieczek będą podane w Wilnie.

Epidiaskopy. W salach posiedzeń plenarnych i sekcyjnych Prelegenci będą mieli do dyspozycji epidiaskopy.

Informacje. Wszelkich informacyj, dotyczących Zjazdu udziela Lokalny Komitet Wykonawczy. Adres do 20 czerwca rb. — Lokalny Komitet Wykonawczy, Wilno, Nowogródzka 22, od 20 czerwca do zakończenia Zjazdu — Lokalny Komitet Wykonawczy. Wilno, Uniwersytecka 3, I-sza Sala wykładowa w gmachu głównym Uniwersytetu Stefana Batorego.

Oprócz tego w czasie trwania Zjazdu będzie uruchomiony na dworcu kolejowym w Wilnie kiosk informacyjny, gdzie przybywający uczestnicy Zjazdu otrzymają koperty, zawierające program Zjazdu, przewodnik po Wilnie, kwatery itp.

Wykaz Polskich uczestników Kongresu Chem. w Rzymie,

którzy zgłosili referaty.

(ciąg dalszy wykazu z Nr 4. str. 228)

L. p.	Zakład naukowy	Nazwisko, imię adres	Tytuł zgłoszonego referatu
23	Politechnika Lwowska	*Dr Längauer Donat* Lwów, Politechnika	La caractéristique physicochimique du langbeinit
24	Uniwersytet Poznański	*Prof. Hrynakowski Konstanty* Poznań, Grunwaldzka 14.	Das Verhalten von Azo-Verbindungen und ihrer Derivate in Systemen mit dem Bau der Azo-Gruppe.
25	"	*Doc. dr Adamowicz Franciszek* Poznań, Grottgera 4.	Das Verhalten in Systemen fortflüssig organischer Komponenten.
26	"	*Doc. dr Nowakowski Aleksan.* Poznań, Golęcińska 13.	Die chemische und physikalische Eigenschaften der Natur — und Kunstfasern als Folge ihrer inneren Struktur.
27	Uniwersytet Jagielloński	*Prof. dr Kamieński Bohdan* Kraków, Grodzka 53.	1. Thermodynamik der elektrischen Potentiale. 2. Über zwei Typen des isoelektrischen Zustandes.
28	"	*Prof. dr Rogoziński Feliks* Kraków, Siemiradzkiego 12.	La chlorophylle dans la digestion des larves des Pierrides
29	Tomaszowska Fabr. Sztuczn. Jedwabiu	*Dr Poznański Stefan* Tomaszów, Spalska 112.	1. Studies of the reactions of cellulose xanthale and of their technological importance. 2. „Milky" viscose rayon.
30	"	*Dr Boryniec Atanazy*	Eine Methode zur Bestimmung der Makroheterogenität von Viscoze.

Zjazd Towarzystwa Badania Korozji i Ochrony Materiałów V. D. Ch. i Dechemy

odbędzie się dnia 9 czerwca br. w Bayreuth. Tematem obrad będzie korozja gazowa w technice i ochrona przed nią. Będą wygłoszone następujące odczyty:

1. Prof. Dr Fischbeck, Teoretyczne podstawy.
2. Dr Baukloh, Działanie wodoru na metale.
3. Dr Bünger, Korozja gazowa pod specjalnymi warunkami fizycznymi ciśnienia i temperatury przy przeprowadzaniu reakcyj na wielką skalę.
4. Dr Werner, Korozja przez działanie silnie atakujących gazów. (SO_2, Cl_2 itp.).
5. Dr Inż. Horst Brückner, Ochrona przed korozją przez dokładne czyszczenie gazów.
6. Dr Martius, Zjawiska korozji i ochrona przed nimi przy magazynowaniu gazów (tanki i bomby gazowe).
7. V. D. E., Zachowywanie się stali i materiałów znormalizowanych wobec gazów.
8. Aluminiumberatungsstelle, Zachowywanie się lekkich metali pod wpływem gazów.
9. Prof. Dr W. Steeger, Zachowywanie się materiałów keramicznych względem gazów.
10. Dr Wiederholt, Zestawienie i wnioski.

VII. Zjazd Delegatów Z. I. Ch. R. P.

W dniach 2 — 3 maja 1938 r. odbył się w Sandomierzu w C. O. P. zwyczajny Zjazd Delegatów Związku. Poprzedniego dnia część uczestników zwiedziła Zakłady „Dębica" mające produkować syntetyczny kauczuk.

Same obrady toczyły się w historycznym Ratuszu sandomierskim. Na Zjeździe w Sandomierzu było obecnych 33 delegatów, o łącznej liczbie 54 głosów. Po zagajeniu Prezesa Zarządu Głównego Inż. J. Milewskiego wybrano przez aklamację na przewodniczącego Zjazdu Prof. Dra Inż. T. Kuczyńskiego.

Przewodniczący zaprosił do prezydium: inż. inż. K. Brudzewskiego, B. Gizińskiego, T. Kielanowskiego, K. Opęchowskiego i Z. Otwinowskiego. Sekretariat powierzono inż. inż. K. Muszkatowi i J. Pomorskiemu.

Na wniosek przewodniczącego Zjazd wystosował depesze hołdownicze do Pana Prezydenta R. P. Prof. I. Mościckiego, Generalnego Inspektora Sił Zbrojnych ,Marszałka E. Śmigłego-Rydza, Premiera gen. F. Sławoj-Składkowskiego i Wicepremiera inż. E. Kwiatkowskiego.

Porządek dzienny obrad:

1. Otwarcie Zjazdu.
2. Wybór Prezydium.
3. Przyjęcie protokołu z VI. Zjazdu Delegatów w Warszawie.
4. Sprawozdanie Zarządu Głównego.
5. Sprawozdanie Głównej Komisji Rewizyjnej.
6. Sprawozdanie Zarządów Okręgowych.
7. Wnioski zgłoszone na Zjazd przez Okręgi.
8. Sprawa Rady Technicznej.
9. Wybór Zarządu Głównego i Głównej Komisji Rewizyjnej.
9. Wolne wnioski.

Po przyjęciu przez Zjazd porządku dziennego i protokołu z VI. Zjazdu Delegatów w Warszawie, prezes Zarządu Gł. inż. J. Milewski wygłosił sprawozdanie z działalności Zarządu Głównego.

Działalność Zarządu Gł. w okresie sprawozdawczym została scharakteryzowana przez nawiązanie do sprawozdania z r. ub., wygłoszonego na VI Zjeździe Delegatów w Warszawie. Wtedy były zarejestrowane trzy wielkie osiągnięcia Związku: Zjazd Inżynierów Chemików, „Przegląd Chemiczny" i Kalendarz Chemiczny. W okresie sprawozdawczym działalność Zarządu Gł. jak i całego Związku polegała na dalszym rozpracowywaniu powyższych spraw. Z natury rzeczy Zarząd Gł. był bardzo zaabsorbowany tymi zagadnieniami, aczkolwiek właściwa realizacja ich jest w rękach oddzielnych komórek organizacyjnych poza właściwym obrębem Zarządu Gł. Specjalny Komitet Redakcyjny, na czele którego stoi kol. T. Brzozowski opracowuje już nowe wydanie Kalendarza Chemicznego na r. 1939/40. Przegląd Chemiczny jest kierowany przez Komitet Redakcyjny we Lwowie o składzie ostatnio rozszerzonym. Co się tyczy Zjazdu Inżynierów Chemików to przedłużeniem jego jest działalność Sekcji Fachowych, które będą musiały zająć się również przygotowywaniem materiałów na II Zjazd Inżynierów Chemików, który przewidziany jest na jesień 1939 r. w Warszawie. Odbędzie się on jednocześnie z Międzynarodowym Zjazdem Chemii Przemysłowej.

Kontakt Zarządu Gł. z Sekcjami Fachowymi był bardzo żywy. Co się tyczy organizacji pracy Zarządu Gł., to odbył on 11 zebrań, przy dobrej frekwencji uczestników. Działalność była rozdzielona pomiędzy te same referaty jak w r. ub. Szczególnie wiele pracy miał w roku sprawozdawczym Sekretariat w związku ze zwiększoną korespondencją i wymianą legitymacji.

Referat Statystyczny doprowadził do porządku w znacznym stopniu kartotekę członków, co wobec dotychczasowych zaniedbań wymagało wielkiej pracy. Wspomnieć jeszcze należy o działalności referatu Pośrednictwa Pracy. Na tym terenie została zrobiona pewna pozytywna praca organizacyjna przez stworzenie Centralnej Sekcji Pośrednictwa Pracy przy Zarządzie Gł., co usunęło dotychczasową rozbieżność w pracy i dało praktyczne dobre wyniki. Sekcja skierowała 41 osób (głównie z Okręgów Lwowskiego i Warszawskiego) na posady, z których kilkanaście posady utrzymało. Uwzględniając zasadnicze trudności, jakie ma Związek w dziale pośrednictwa pracy, należy to uważać za dobry wynik.

Doskonały rozwój Związku charakteryzuje najlepiej dalszy bardzo wydatny wzrost liczby członków. Na Zjeździe w Katowicach w r.1934 rzucone było hasło osiągnięcia 1 000 członków, Związek liczył wtedy 381 członków, w r. 1937 cyfra ta wzrosła do 735, a obecnie wg danych Komisji Statystycznej Związek liczy 931 członków, jest więc bliski programowej liczby 1 000 członków.

Stwierdzić należy, że Zarządy Okręgowe pracowały sprawnie.

Zarząd Gł. przedłożył dokładne sprawozdanie kasowe i bilans. Wpływy dla Zarządu Gł. od Okręgów znacznie wzrosły w porównaniu z r. 1936, mimo zmniejszenia miesięcznej opłaty od członka z 70 gr na 60 gr. Jest to skutek wzrostu liczby członków i lepszego wpływania składek. O ile w r. 1936 można przyjąć, że wpłynęło tylko 60% możliwych składek, w r. 1937 — 67%. W Zarządzie Gł. koncentrują się wpływy od Okręgów za prenumeratę „Przeglądu Chemicznego“ i składki do N. O. I. W ostatecznym rezultacie Zarząd Gł. do obydwóch pozycji musi dopłacać, gdyż Okręgi nie pokryły swoich zobowiązań. Dopłata Zarządu Gł. wyniosła z tego tytułu dla „Przeglądu Chemicznego“ przeszło 1 700 zł i kilkadziesiąt złotych dla N. O. I. Jeżeli mimo tego rok 1937 został zamknięty nadwyżką wpływów 1 005 zł 76 gr, to należy przypisać to subwencji M. P. i H., przydzielonej na Zjazd Inż. Chem., z której została pokryta dopłata na „Przegląd Chemiczny“. I Ogólnopolski Zjazd Inż. Chem. poza sukcesem organizacyjnym przeszło 1 000 uczestników i przeszło 200 referatów zgłoszonych, dzięki licznemu uczestnictwu wykazał również nadwyżkę finansową, która stanowić będzie fundusz na popieranie działalności Sekcji Fachowych.

Poza wymienionymi zajmował się Zarząd Gł. całym szeregiem spraw wynikających głównie z konieczności reprezentowania Związku wobec czynników państwowych oraz udzielania opinii w sprawach, o których Związek był zapytywany. Do nich należało: reforma ustawodawstwa patentowego z inicjatywy Stow. Elektr. Polskich.

Zarząd Gł. współpracował w całym szeregu spraw z L. O. P. P. łącznie z Okr. Warszawskim Związku. Zarząd Gł. składał do Ministerstwa W. R. i O. P. opinie w sprawie zawodowego szkolnictwa chemicznego, wypowiadając się zgodnie z opiniami Zjazdu Delegatów za typem gimnazjalnym szkół chemicznych jako zasadniczym, a typem licealnym w wypadkach wyjątkowych. Na odpowiedniej konferencji w Ministerstwie kol. Milewski przemawiał broniąc tej tezy, jednak mimo takiej samej opinii przedstawicieli przemysłu i Politechnik Ministerstwo do tych opinij się nie przychyliło. Od przyszłego roku szkolnego większość zawodowych szkół chemicznych będzie zamieniona na licea. Wiele uwagi poświęcił Zarząd Gł. projektowi „ustawy o tytule inżyniera“, przeciwstawiając się tej ustawie, działając w tej sprawie w ramach N. O. I. Delegaci Zarządu Gł. zajmowali się również projektem „ustawy o zorganizowaniu inżynierów“, przeciwstawiając się temu projektowi narówni z przedstawicielami innych związków inżynierskich. Projekt ten był rozesłany do opinii przez Ministerstwo P. i H., a do Sejmu jeszcze nie wpłynął. Poza tym podtrzymywano kontakt z Polskim Towarzystwem Chemicznym i Związkiem Chemików Polskich. Jedyną realną sprawą, która z tymi organizacjami była omówiona i załatwiona było współdziałanie Zarządu Gł. przy doprowadzeniu do zawarcia porozumienia z redakcją „Przeglądu Chemicznego“ a wymienionymi organizacjami. Na podstawie tego porozumienia organizacje te odbierają pewną określoną ilość egzemplarzy „Przeglądu Chemicznego“.

Jeśli chodzi o sprawy bezpieczeństwa pracy Zarząd Gł. współdziałał z instytucjami zajmującymi się tą sprawą, a na Kongres Bezpieczeństwa Pracy, który odbył się w kwietniu w Warszawie delegował swego przedstawiciela. Poza tym Zarząd Gł. brał udział w niektórych pracach Biura Wojsk. Min. P. i H. Z imprez o charakterze towarzysko-fachowym wymienić należy zorganizowaną przez Zarząd Gł. wycieczkę zagraniczną na wystawę aparatury chemicznej Achema VIII i na wystawę „Schaffendes Volk“ w Düsseldorfie.

Rozwijający się zakres prac Związku nakłada na Zarząd Gł. coraz to nowe obowiązki, wymające gorliwej pracy całego zespołu. Tym bardziej, że niewątpliwie ilość zagadnień będzie stale rosła. Niezależnie od spraw codziennych Zarząd Gł. musi zwrócić baczną uwagę na rozwój Sekcyj Fachowych, gdyż od wyników ich działalności zależy dalszy korzystny rozwój Związku.

W następnym punkcie porządku dziennego inż. J. Krzyżkiewicz odczytał Sprawozdanie Gł. Komisji Rewizyjnej, w którym stwierdzono zgodność księgowości z dowodami kasowymi. W zakończeniu inż. J. Krzyżkiewicz imieniem Gł. Komisji Rewizyjnej postawił wniosek o udzielenie absolutorium ustępującemu Zarządowi Głównemu z podziękowaniem za owocną pracę, w szczególności prezesowi Zarządu Głównego inż. Józefowi Milewskiemu. Wniosek przyjęto przez aklamację.

Następnie zostały wygłoszone sprawozdania z poszczególnych Okręgów. Szczególne zainteresowanie wywołało sprawozdanie Redaktora „Przeglądu Chemicznego“, prof. T. Kuczyńskiego, poparte cyfrowymi danymi.

W dalszym ciągu obrad przedyskutowano i uchwalono szereg wniosków.

Wnioski dotyczące zmiany statutu:

w § 9 uchwalono zamiast słów „obywatel Rzeczypospolitej Polskiej“ wstawić słowa: „Polak, urodzony chrześcijanin“,

w § 19 zamiast słów „nabywa pierwotne prawa“ wstawić słowo: „może nabyć pierwotne prawa“,

w § 44 zamiast słów „w styczniu“ wstawić słowa: „w pierwszym kwartale roku“.

Wnioski dotyczące obrony praw inżynierskich:

„VII Zjazd Delegatów Z. I. Ch. R. P. potępia działalność tych kolegów inżynierów chemików, którzy w sprawie tytułu inżyniera zajęli publicznie stanowisko krańcowo odmienne niż zdecydowana większość inżynierów i w sprawie tej działali niezgodnie z interesem ogółu świata inżynierskiego“.

„VII Zjazd Delegatów apeluje do Zarządów Okręgowych, aby pociągały do odpowiedzialności swych członków, którzy polecają w jakikolwiek sposób tytułowanie osób nie posiadających tytułu inżyniera, inżynierami“.

Ponadto postanowiono przekazać do N. O. I. następujący dezyderat:

„Inżynierowie, którzy mają dyplomy nienostryfikowane mogą pracować w przemyśle najwyżej 1 rok. Po roku, o ile dyplom nie zostanie nostryfikowany zajmowane stanowisko przez inżynierów o dyplomach nienostryfikowanych winny być opuszczone“.

Wnioski dotyczące „Przeglądu Chemicznego":

„Uchwalono pogłówne za „Przegląd Chemiczny" w wysokości 6 zł rocznie oraz wiele dezyderatów dla Redakcji i Zarządu Głównego w związku z „Przeglądem Chemicznym".

Dezyderaty dotyczące zatrudnienia inżynierów chemików:

W sprawie nawiązania ścisłego kontaktu ze Związkiem Przemysłu Chemicznego R. P., w sprawie akcji zmierzającej do zmniejszenia wysługi lat do uzyskania całkowitej emerytury dla chemików zatrudnionych przy pracach szkodliwych dla zdrowia; w sprawie umożliwienia rozwoju małych przedsiębiorstw chemicznych, w drodze odpowiednich aktów ustawodawczych, np. przez wydanie ustawy ułatwiającej ściąganie należności za towary.

Następnie uchwalono regulamin Rady Technicznej Związku Inżynierów Chemików R. P. (Do tej sprawy „Przegląd" w odpowiednim czasie powróci). Ponadto uchwalono szereg dezyderatów, dotyczących wewnętrznej pracy Zarządu Głównego. Na uwagę zasługuje wniosek dotyczący rozszerzenia zainicjowanych przez Okręg Lwowski kursów inżynierii chemicznej przez zorganizowanie ich w formie kursów korespondencyjnych za opłatą. Po zakończeniu dyskusji nad wnioskami przystąpiono do wyborów nowych władz Związku.

Wybory nowych władz:

Do Zarządu Głównego zostali wybrani:

Prezes — Dr inż. Błażej Roga, wiceprezesi — inż. Feliks Groberski i inż. Bohdan Karpiński, sekretarz — inż. Zofia Sobecka, skarbnik — inż. Stanisław Gąsiorowski, członkowie Zarządu: inż. inż. Maria Głowacka, Czesław Dobrowolski, Kazimierz Kasiński, Józef Milewski, zastępcy — inż. inż. Tadeusz Brzozowski, Jadwiga Gepnerówna, Bohdan Kalinowski. Do Głównej Komisji Rewizyjnej wybrano: Dr L. Suchowiaka, inż. B. Przedpełskiego, Dr inż. A. Sachnowskiego, inż. J. Pfanhausera, inż. M. Mączyńskiego i inż. Z. Budrewicza jako zastępcę. Do Rady Głównej N. O. I. wybrani zostali: Dr inż. B. Roga, inż. Z. Otwinowski i inż. B. Giziński.

W wolnych wnioskach przyjęto przez aklamację następujące wnioski:

„VII Zjazd Delegatów wyraża szczere i gorące podziękowanie i uznanie kol. prezesowi inż. Józefowi Milewskiemu za całokształt pracy dla dobra i rozwoju Związku Inżynierów Chemików R. P.".

Również przez aklamację uchwalono wniosek:

„Zjazd Delegatów wyraża podziękowanie kol. prof. Dr inż. Tadeuszowi Kuczyńskiemu za zasługi położone dla Związku przez świetnie redagowany „Przegląd Chemiczny".

Przyjęto zaproszenie Okręgu Krakowskiego i ustalono Kraków, jako miejsce przyszłego Zjazdu Delegatów. Na tym obrady dnia 2. V. zostały zakończone.

Dnia 3. V. uczestnicy Zjazdu wzięli udział w uroczystym nabożeństwie w Katedrze oraz w uroczystościach związanych ze Świętem Narodowym. O godz. 12-ej prof. Dr Inż. T. Kuczyński krótkim przemówieniem powitalnym zagaił zebranie w sali ratuszowej wobec licznie reprezentowanego miejscowego społeczeństwa i zaprosił do prezydium pp. starościnę Polanowską, burmistrza m. Sandomierza Musielskiego, płk. Czyżewskiego, ks. prałata Górskiego, posła Krawczyńskiego i Ks. Radziwiłła. Następnie p. burmistrz Musielski wygłosił przemówienie, w którym powitał serdecznie przybyłych na Zjazd Inżynierów Chemików. Wysłuchano następnie odczytu p. Dyrektora Janusza Rakowskiego pt. „Rola Centralnego Okręgu Przemysłowego". Odczyt wzbudził wielkie zainteresowanie.

O godz. 14 min. 30 Przewodniczący Zjazdu dziękując gospodarzom, prelegentowi i zebranym gościom i delegatom zamknął VII Zjazd Delegatów Związku Inżynierów Chemików R. P.

Zjazd Związku Chemików Polskich

W dniach 24—25 kwietnia odbył się w Warszawie wewnętrzno-organizacyjny IV doroczny Zjazd Związku Chemików Polskich.

Obrady otworzył Prezes Z. Ch. P. Dr Z. Ledóchowski. W prezydium zajęli miejsca PP. Prof. Dr Alicja Dorabialska jako Przewodnicząca, Dr J. Leśkiewicz jako zastępca przewodniczącego przedstawiciel Polskiego Towarzystwa Chemicznego Prof. Dr W. Lampe, Prezes Związku Inżynierów Chemików R. P. Inż. J. Milewski oraz Prezesi Oddziałów Z. Ch. P.

Po przemówieniu p. Prof. A. Dorabialskiej na temat „Zarys historii ruchu organizacyjnego chemików w Polsce" oraz ogólnym sprawozdaniu z działalności Z. Ch. P. złożonym przez Prezesa Dr Z. Ledóchowskiego pt.: „Zastosowanie chemicznych środków bojowych i obronnych w czasie pokoju".

W wyniku dalszych obrad, którym przewodniczył p. Dr J. Leśkiewicz, powzięto szereg uchwał dotyczących współpracy z pokrewnymi organizacjami chemicznymi w Polsce oraz spraw natury Zawodowej i organizacyjnej.

Najważniejsze z nich są następujące:

1. Działalność Związku będzie szła w kierunku ścisłej współpracy z Polskim Towarzystwem Chemicznym i Związkiem Inżynierów Chemików R. P. w przeświadczeniu, że współpraca ta będzie korzystna dla wszystkich tych organizacji oraz dla ogółu chemików w Polsce.

2. Na pierwszym planie prac Zarządu Głównego w czasie bieżącej kadencji będą stały zagadnienia związane ze sprawami zawodowymi.

3. Zarząd Główny Z. Ch. P. będzie interweniował w Min. Skarbu w sprawie wypłacania dodatku 100 zł dla chemików z wyższym wykształceniem zatrudnionych w administracji celnej oraz zbada jak się ta sprawa przedstawia w innych działach służby państwowej i samorządowej.

4. Zjazd Delegatów polecił Zarządowi Głównemu kontynuowanie prac dotyczących obrony praw zawodowych chemików.

5. W celu stworzenia pewnego zabezpieczenia na wypadek utraty pracy przez członków Z. Ch. P. Zarząd Główny uczyni próbę zorganizowania Kasy Zapomogowej.

W dalszym ciągu obrad uchwalono szereg zmian

w statucie Związku, a następnie obrano Zarząd Główny w składzie następującym: prezes: Prof. Dr A. Skąpski, v-prezesi: Dr Z. Ledóchowski i Dyr. J. Leśkiewicz, członkowie Zarządu: Mgr W. Dmowska, Mgr J. Iwanowska, E. Rubaszkiewicz, Mgr M. Falęcki, Dr B. Filipowicz, Mgr J. Kulesza, Mgr J. Mijakowski i Inż. E. Robak.

Główna Komisja Rewizyjna: Dr J. Wojciechowska, Dr E. Becker, Dr M. Kranz i Mgr St. Prebendowski.

Sąd Koleżeński: Prof. Dr St. Przyłęcki, Prof. Dr A. Dorabialska, Dr J. Jankiewicz - Wąsowska, Dr W. Łukaszewicz i Mgr St. Józkiewicz.

KOMUNIKATY

Ze Związku Inżynierów Chemików

Z Sekcji Przemysłu Nieorganicznego

W dniu 13 czerwca organizuje Sekcja Przemysłu Nieorganicznego Z. I. Ch. w Warszawie zebranie dyskusyjne w celu omówienia zagadnienia zaopatrzenia kraju w siarkę i jej związki nieorganiczne ze szczególnym uwzględnieniem polskich warunków surowcowych. Program zebrania przewiduje 15 krótkich referatów oraz szczegółową dyskusję.

Rektor J. Zawadzki i Doc. S. Bretsznajder:
„Współczesne metody produkcji siarki i kw. siarkowego ze szczególnym uwzględnieniem polskich warunków surowcowych".

Dyr. E. Trepka i Dyr. T. Zamoyski:
„Krajowe zapotrzebowanie siarki i innych surowców siarkowych".

Prof. A. Bolewski:
„Sposoby utrzymywania siarki ze skał siarkonośnych z uwzględnieniem warunków krajowych".

Inż. W. Olpiński:
„Otrzymywanie siarki z langbeinitu".

Inż. Sz. Bojanowski:
„Koksownie jako źródło siarki i jej związków".

Dyr. B. Roga:
„Gazownie jako źródło siarki i jej związków".

Dr T. Piechowicz:
„Huty żelazne jako źródło siarki i jej związków".

Doc. St. Bretsznajder:
„Siarczany jako źródło otrzymywania kwasu siarkowego i siarki".

Inż. A. Kaczorowski:
„Gips jako źródło otrzymywania dwutlenku siarki i siarczanu amonowego".

Prof. W. Dominik:
„Przeróbka pirytów na siarkę".

Dyr. J. Walczyński:
„Przeróbka pirytów na kwas siarkowy".

Inż. Cz. Wyszyński:
„Otrzymywanie siarczanów, tiosiarczanów, ciekłego SO_2, i innych związków siarki na tle krajowej sytuacji surowcowej".

Inż. J. Górniak:
„Przeróbka siarczanu baru".

Inż. Z. Bachleda:
„Zagadnienie samowystarczalności aparaturowej w dziedzinie produkcji kwasu siarkowego".

Inż. Z. Stanisz:
„Odzyskiwanie siarki z gazów przy pomocy węgla aktywnego".

Z Okręgu Radomsko - Kieleckiego

W dniu 9 kwietnia br. na Zwyczajnym Walnym Zebraniu, które odbyło się w Kasynie Fabryki Broni w Radomiu wybrano Zarząd Okręgu Radomsko-Kieleckiego w nast. składzie:

Prezes kol. Brudzewski Kazimierz Pionki.
Viceprezes kol. Ziółkowski Franciszek Pionki.
Sekretarz kol. Marcinków Adam Pionki.
Skarbnik kol. Rogalski Wacław Pionki.
Członkowie Zarządu:
Kol. Głębicki Przemysław Skarżysko.
Kol. Kraczkiewicz Zygmunt Starachowice.
Kol. Olszewski Kazimierz Radom.
Kol. Czarnecki Andrzej Kielce.
Komisja Rewizyjna:
Kol. Nowicki Roman Pionki.
Kol. Woźniakiewicz Wacław Radom.
Kol. Kozłowski Władysław Pionki.

Stan liczebny Oddziału Związku na dzień 9. VI. br. wynosił 103 członków.

Ze Związku Chemików Polskich

W sprawie rejestracji chemików bez pracy.

Społeczne Biuro Pośrednictwa Pracy przy Związku Chemików Polskich zwraca się z prośbą do wszystkich Kolegów poszukujących pracy zarejestrowanych w Społ. B. P. P. o wznowienie rejestracji do dnia 1 lipca br. W razie nie wznowienia rejestracji nastąpi skreślenie z listy poszukujących Pracy. Dyżury Społecznego Biura Pośred. Pracy odbywają się w środy i piątki od godz. 18—20 w lokalu Z. Ch. P., Krucza 38 m. 4., Tel. 9-47-80.

W marcu br. ukończono prace nad zorganizowaniem Oddziału Krakowskiego Związku Chemików Polskich. Na pierwszym Walnym Zebraniu odbytym w dniu 30 marca br. został wybrany Zarząd Oddziału w składzie następującym:

Prezes Oddziału: Prof. dr Adam Skapski.

V-Prezes: dr Tadeusz Majewicz.

Sekretarze: mgr Leopold Stawarz, mgr Stanisława Gilnreinerówna.

Skarbnik: dr Wojciech Dymek.

Członkowie Zarządu: dr Władysław Bednarczyk, mgr Anastazy Bereźniuk, mgr Józef Kowalczyk.

Komisja Rewizyjna: Prof. dr Tadeusz Estreicher, dr Tadeusz Orzelski, dr Mieczysław Rychlik.

Delegat Oddziału Krakowskiego, Prof. dr Adam Skąpski brał już udział w IV Zjeździe Delegatów Z. Ch. P., na którym został wybrany Prezesem Związku. Adres nowoutworzonego Oddziału: Kraków, pl. Szczepański nr 2, m. 5.

Wydawca: Związek Inżynierów Chemików R. P. Redaktor odp.: Prof. Dr Tadeusz Kuczyński.
Sekretarz Redakcji: Inż. Stefan Szybalski.
Redakcja i Administracja: Lwów, Politechnika. Telefon 204-51.
Odbito w Drukarni Urzędniczej we Lwowie, ul. Zielona 7. Telefon 291-07.